

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Tesis previa a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

**DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA
INCENDIOS PARA UNA BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE
PRODUCTO TERMINADO DE BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS**

AUTOR:

PABLO FRANCISCO DUQUE GRANJA

DIRECTOR:

LUIS ANDRANGO

Quito, mayo de 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Duque Granja Pablo Francisco, autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Pablo Francisco Duque Granja

C.C. 1716790678

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por el señor: Duque Granja Pablo Francisco

Los conceptos desarrollados, análisis, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Atentamente,

Ing. Luis Andrango

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico y agradezco a mi familia por todo el apoyo brindado y el empuje constante.

Atentamente.

Pablo

AGRADECIMIENTO

Agradezco este proyecto a todos los que conforman la Universidad Politécnica Salesiana donde se ha realizado parte de mi formación personal y académica, a mi director de tesis por el aporte, la presión e interés brindado.

Atentamente

Pablo Duque Granja

GLOSARIO

Agente extintor: Sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso, que en contacto con el fuego y en la cantidad adecuada lo apaga.

ASTM: Siglas de la asociación americana para pruebas de materiales.

Brigada: Grupo de cuadrillas organizadas y capacitadas en la supresión de incendios.

Calor: Es la manifestación de la energía liberada por cualquier cuerpo, que se somete a condiciones de combustión.

Calor por conducción: Es la energía calorífica que se transmite por contacto directo de un cuerpo a otro.

Calor por convección: Es la energía calorífica que se transfiere a un medio circundante, el cual se expande y eleva.

Calor por radiación: Es la comunicación de la energía calorífica en formas de ondas, viajando por el espacio, a la velocidad de la luz.

Comburente: Es aquella sustancia que al combinarse con otras, propician la combustión.

Combustible: Son los materiales sólidos, líquidos y gaseosos que arden al combinarse con un comburente y en contacto con una fuente de calor.

Conato: Nombre que se da en España a los incendios que afectan superficies menores a una hectárea.

Condensación: Proceso por el cual el vapor de agua pasa al estado líquido.

Confinamiento: Etapa en la secuencia de operaciones de supresión que consiste en restringir un incendio dentro de límites determinados, establecidos en forma previa al incendio y/o durante el desarrollo del mismo.

Dampers: Es un conjunto mecánico utilizado a manera de compuerta para retener el aire viciado por un incendio o humo que asciende por sistema de ductería.

Equipo contra incendios: Conjunto de aparatos y dispositivos que se utilizan para la prevención, control y extinción del incendio.

Equipo eléctrico a prueba de explosión: Elementos eléctricos que forman un circuito hermético, que no permite la salida o entrada de chispa flama, se aplica en las áreas o equipos especificados en normas técnicas para las instalaciones eléctricas.

Factor "K": Es la propiedad que tienen los materiales para transmitir por contacto el calor, a través de su cuerpo, en función de su coeficiente de conductividad térmica.

Foco del incendio: Es el lugar donde se observan los mayores daños de fuego directo y se considera el punto de partida para la propagación de las llamas y el calor radiante.

Fuego: Es la oxidación rápida de un combustible con desprendimiento de energía en forma de luz, calor y humo.

Hidrocarburo: Son los compuestos químicos formados por la combinación de carbono e hidrógeno, los más conocidos son: gasolina, diesel, petróleo, etc.

Humo: (1) Fluido compuesto de gases y partículas sólidas de muy pequeño diámetro, como monóxido de carbono (CO), anhídrido carbónico (CO₂), vapor de agua (H₂O) y cenizas, entre otros. (2) Término frecuentemente utilizado para informar sobre la probable existencia de un foco.

Ignición: La ignición ocurre cuando el calor que emite una reacción llega a ser suficiente como para sostener la reacción química. En química, se refiere al material caliente que espontáneamente combustiona.

Incendio: Es una combustión sin control, que se propaga principalmente por las llamas que produce, destruyendo todos los materiales combustibles que encuentra a su paso.

Inflamable: Es el material combustible líquido o gaseoso que arde con flama y que su punto de encendido sea menor de 93 °C.

Método: Modo de decir o hacer una cosa con orden y según ciertos principios.

Muro cortafuego: Tipo de construcción de materiales no combustibles, con grado de resistencia al fuego de 2 a 3 horas.

NFPA: Siglas de la asociación nacional contra el fuego de Estados Unidos de Norteamérica.

Punto de autoignición: Es la temperatura a la cual un material combustible se incendia espontáneamente, por calor radiante o de convección.

Punto de fusión: Es la temperatura a la cual un material se funde.

Punto de inflamación: Es la temperatura a la cual el vapor de un material combustible se enciende en presencia de una fuente de calor.

Sofocar: Acción de apagar el fuego limitando la provisión de oxígeno.

Solvente: Son aquellas sustancias químicas que tienen la propiedad de disolver a los sólidos o productos líquidos, para mezclarlos o disminuir su concentración, los más populares son: alcohol, thinner, tolueno, etc.

Triángulo de fuego: Herramienta didáctica en la cual cada lado de un triángulo equilátero se refiere a los tres factores necesarios para la combustión y producción de llama (oxígeno, calor y combustible). Cuando alguno de estos factores es removido, la llama no se produce o cesa.

Velocidad de Combustión: Es el tiempo que se tarda en arder un material combustible por unidad de longitud.

Vórtice: Región de un fluido donde las partículas que lo componen, se mueven en trayectorias circulares alrededor de un eje.

SIMBOLOGÍA

A =	Área.
C=	Coeficiente de pérdidas por fricción.
C =	Coeficiente de descarga.
CMDA=	Control Mode Density Area.
CMSA=	Control Mode Specific Aplicattion.
D _i =	Diámetro interno.
D _e –	Diámetro externo.
D _n =	Diámetro nominal.
FM =	Factory Mutual Research Corporation
ft =	Feet. Unidad de longitud
ESFR=	Early Suppresion Fast Response.
gpm =	Galones por cada minuto.
GV =	Válvula tipo compuerta.
BHP =	Brake horsepower.
K =	Constante de descarga.
m=	Metro. Unidad de longitud
p =	Resistencia a la fricción.
P _n =	Presión nominal.
P _v =	Presión de velocidad.
P _t =	Presión total.

PET =	Polietileno tereftalato, polímero usado en envases de bebidas.
psi =	Libra fuerza por cada pulgada cuadrada.
Q =	Caudal.
Str =	Filtro (Strainer)
T =	Torque.
UL=	Underwriters Laboratories
v =	Velocidad del agua.
=	Densidad.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO TEÓRICO	2
Introducción.....	2
1.1 Extinción de incendios	2
1.1.1 Fuego.....	2
1.1.2 Extinción del fuego	2
1.1.3 Tipos de fuego	3
1.1.4 Niveles de riesgo de incendio	6
1.2 Sistemas de protección	10
1.2.1 Normas de protección contra incendios	11
1.2.2 Sistemas pasivos	12
1.2.3 Sistemas activos	13
1.2.4 Fuente de agua.	28
1.2.5 Bombas.....	30
1.3 Métodos de cálculo para sistemas de extinción.....	32
1.3.1 Método tabulado	33
1.3.2 Métodos hidráulicos	33
1.3.3 Pérdidas por fricción en el sistema de tuberías.....	35
CAPÍTULO II.....	39
DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN	39
Introducción.....	39
2.1 Descripción del área a proteger	39
2.2 Método de diseño	42
2.2.1 Clasificación de la ocupación	42
2.2.2 Clasificación del producto.....	44
2.2.3 Área máxima de protección por sistema de extinción	44
2.2.4 Selección del rociador o “sprinkler”	44
2.3 Desarrollo del diseño.....	47
2.3.1 Caudal.....	47
2.3.2 Características y descripción de la recorrido.	48

2.3.3	Cálculo hidráulico+	48
2.3.4	Comprobación del cálculo hidráulico.	64
2.4	Selección del equipo de bombeo	65
2.4.1	Bomba principal.....	65
2.4.2	Motor.....	67
2.4.3	Controlador.....	68
2.4.4	Sistema de combustible	69
2.4.5	Sistema de presión constante	69
2.4.6	Líneas piloto	69
2.4.7	Válvulas seccionadoras y de retención de flujo (check)	70
CAPÍTULO III		71
COSTOS		71
Introducción.....		71
3.1	Análisis de costos directos.....	71
3.1.1	Costo de materia prima.....	71
3.1.2	Costos de mano de obra.....	71
3.2	Análisis de costos indirectos.....	71
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES		77
LISTA DE REFERENCIAS		78
PLANOS		80
ANEXOS.....		81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Almacenamiento de productos no combustibles clase I - IV	8
Figura 1.2. Almacenamiento de productos combustibles. Clase III	9
Figura 1.3. Plástico del grupo A, contenido en caneca plástica	10
Figura 1.4. Principales componentes de una red de extinción de incendios.	12
Figura 1.5 Rociadores automáticos y tobera de diluvio.....	14
Figura 1.6. Funcionamiento de sistema mojado.	17
Figura 1.7. Funcionamiento de un sistema de preacción.	18
Figura 1.8. Sistema de diluvio con actuación neumática	19
Figura 1.9 Sistema de tubería seca con actuación neumática	20
Figura 1.10. Sistema de descargar de espuma por medio de rociadores.....	22
Figura 1.11. Normas que deben cumplir las tuberías metálicas.	23
Figura 1.12. Normas que deben cumplir las tuberías no metálicas.	24
Figura 1.13. Normas que deben cumplir los accesorios metálicos.....	24
Figura 1.14. Normas que deben cumplir los accesorios no metálicos.	25
Figura 1.15. Detalle del tipo de equipamiento del gabinete clase III	26
Figura 1.16. Hidrante diámetro 6"	27
Figura 1.17. Boca de fuego con salida angular en diámetro 1 ½".....	28
Figura 1.18. Efectos de la corrosión microbiológica en tubería de acero	29
Figura 1.19 Tanque metálico para almacenamiento de agua contra incendios.	29
Figura 1.20. Laguna artificial como suministro de agua	30

Figura 1.21. Bombas centrífugas horizontales con succión positiva.....	31
Figura 1.22. Casa de bombas de sistema de extinción, succión negativa.	31
Figura 1.23. Curva caudal-presión en bombas para sistemas contra incendios.	32
Figura 1.24 Curvas área/ densidad.....	33
Figura 1.25. Muestra presiones de velocidad y normal en sección de tubería.....	37
Figura 2.0 Implantación arquitectónica de la bodega de producto terminado.	41
Figura 2.1. Almacenamiento de bebidas no alcohólicas.....	43
Figura 2.2. Área de protección y espaciamiento de rociadores.....	46
Figura 2.3. Tubería para alimentación a rociadores de techo.....	49
Figura 2.4. Cabezal principal de distribución diámetro 6”	52
Figura 2.5. Riser de distribución y control del sistema de rociadores	53
Figura 2.6. Sección de tubería principal de alimentación tramo N9-N8	54
Figura 2.7. Tramo de tubería enterrada.....	56
Figura 2.8. Sección de tubería enterrada.....	57
Figura 2.9 Sección de tubería elevada.	58
Figura 2.10 Sección de tubería elevada del sistema principal, tramo N5- N4.	59
Figura 2.11 Sección vertical de tubería tramo N4-N3	60
Figura 2.12 Sección de tubería horizontal, tramo N3-N2	61
Figura 2.13 Sección de tubería de la línea principal, tramo N2-N3	62
Figura 2.14 Sección de tubería principal de alimentación	63
Figura 2.15 Tamaño bombas centrífugas horizontal a diferentes velocidades.	66

Figura 2.16. Curva de bomba centrífuga horizontal	67
Figura 2.17. Rangos de motores aprobados UL / FM (BHP / KW)	68
Figura 2.18. Motor de combustión para impulsión de bomba contra incendios.	68
Figura 2.19. Rubros de materiales y equipos	72
Figura 2.20. Rubros de mano de obra	73
Figura 2.21. Descripción de costos indirectos.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Efectividad de los agentes extintores frente a distintos tipos de fuego	6
Tabla 1.2. Niveles de riesgo de incendio de acuerdo al tipo de edificación	7
Tabla 1.3. Clasificación por temperatura de rociadores automáticos.	15
Tabla 1.4. Tipos y características de los gabinetes contra incendios	26
Tabla 1.5 Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores.....	33
Tabla 1.6. Requisito adicional de caudal de manguera según su riesgo.	34
Tabla 1.7. Valores C de Hazen-Williams	36
Tabla 2.1. Áreas de ocupación con su clasificación de riesgo.	40
Tabla 2.2. Datos adicionales de la bodega	41
Tabla 2.3. Características y valores de los tramos en ramales de distribución.	49
Tabla 2.4. Cálculo de pérdidas de presión del cabezal principal.....	52
Tabla 2.5. Cálculo de pérdidas de presión en el “riser” de distribución.	53
Tabla 2.6. Cálculo de pérdidas de presión tramo N9-N8 tubería principal.	55
Tabla 2.7. Cálculo de pérdidas de presión del tramo N8-N7	56
Tabla 2.8 Cálculo de pérdidas de presión de la sección enterrada N7 – N6.....	57
Tabla 2.9 Cálculo de pérdidas de presión del tramo N6-N5	58
Tabla 2.10. Cálculo de pérdidas de presión en sección N5-N4.....	59
Tabla 2.11. Cálculo de pérdidas de presión en sección N4-N3.....	60
Tabla 2.12. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N3-N2	61

Tabla 2.13. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N2-N162

Tabla 2.14. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N1- BOMBA.....64

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Longitud equivalente de válvulas y accesorios para tubería cédula 40	81
Anexo 2. Fotografía satelital del bodega de almacenamiento.....	82
Anexo 3. Tabla de densidades de descarga de rociadores tipo CMDA	83
Anexo 4. Tabla de rociadores tipo CMSA	84
Anexo 5. Tabla de rociadores tipo ESFR.....	85
Anexo 6. Tabla de rociadores tipo ESFR, en estanterías.	86
Anexo 7. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR , iteración uno.	87
Anexo 8. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR, iteración dos	88
Anexo 9. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR, iteración tres.	89
Anexo 10. Resumen cálculo del gabinete contra incendios	90
Anexo 11. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR	91
Anexo 12. Diagrama de flujo de opciones de protección	92
Anexo 13. Cotización uno de accesorios y tubería.....	93
Anexo 14. Cotización dos de accesorios y tubería	94
Anexo 15. Cotización tres de accesorios y tubería.....	95
Anexo 16. Tipos de acoples ranurados.	96
Anexo 17. Tipos de accesorios ranurados.....	97
Anexo 18. Dimensiones de tubería ranurada.....	98

RESUMEN

Los incendios en las industrias son una de las razones que han ocasionado pérdidas de vidas y gran afectación económica debido a la falta de un sistema funcional de extinción de incendios.

La finalidad de este proyecto es diseñar un sistema de extinción a base de agua pulverizada mediante el uso de rociadores automáticos para el área de almacenamiento de producto terminado de una empresa embotelladora de bebidas no alcohólicas, las bases de diseño están relacionadas a la ingeniería desarrollada en normativa internacional. En el desarrollo de este trabajo se explica los tipos de fuego, los diferentes métodos de extinción automáticos y manuales que se dispone para combatir escenarios de fuego, la clasificación de riesgos y mercadería, teniendo como objetivos primordiales el salvar las vidas humanas y reducir las pérdidas económicas en el establecimiento.

La selección del sistema de extinción así como la demanda de agua y la presión disponible dan lugar a los diámetros y accesorios ocupados dentro de la red de tuberías estos se comprobaron hidráulicamente mediante el uso de ecuaciones y parámetros de ingeniería, de la misma forma el sistema de bombeo fue seleccionado acorde a la fuente de agua disponible y comprobado mediante obtención de curva del sistema.

Además se determinaron los equipos, materiales y recursos que se debe emplear en la construcción del proyecto y así tener un sistema de extinción que responda según lo propuesto. Los elementos a instalar deberán contar con certificaciones y aprobaciones requeridas por normativa con el fin de minimizar posibles fallas en el sistema.

ABSTRACT

Fires in industries have been the reason for lost of people's lives and huge economic losses without considering the continuity of businesses with irreversible effects.

The purpose of this project is the design of fire protection system with the use automatic sprinklers for storage areas containing finished products produced in of a non-alcoholic beverages company. The use of international and well recognized standards such as these produced by the National Fire Protection Association (NFPA) will be the support to understand how to determine the risk levels associated with specific commodities and their arrangement in storage areas.

The selection of a control or suppression system as well as other variable such a water demand or available pressure in the property elements to be considered in thesis. The pipe diameters and system accessories employed are tested hydraulically by engineering equations and design parameters. The pumping system was be selected according to the available water source, and it's verified by obtaining the system's curve.

Last but not less important was to understand the necessity of enforcing industries to make use of a certified, approved and/ or listed products in order to ensure that when a fire systems could be called out all elements and component will respond as proposed.

INTRODUCCIÓN

Debido a normativas internacionales como: NFPA (National Fire Protection Association), FM (Factory Mutual), así como exigencias del Cuerpo de Bomberos regulan a toda edificación e industria que disponga de un adecuado sistema de extinción de incendios para proteger las vidas humanas y disminuir o evitar pérdidas económicas debido al fuego y el daño que deja a su paso, en algunos casos estos incendios son provocados por el hombre o su mala operación en los puestos de trabajo.

En el diseño del sistema de extinción contra incendios se considera que el establecimiento es destinado al almacenamiento de producto terminado de una planta embotelladora de bebidas, el cual requiere cumplir parámetros de diseño tanto hidráulicos como de instalación con la finalidad de poder controlar y extinguir un escenario de fuego por medio de agua pulverizada a través de rociadores automáticos, la demanda de agua y presión es suministrada por un equipo de bombeo y transportada por red de tuberías.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Introducción

Los incendios en las industrias han ocasionado en la actualidad daños irreversibles tanto en la vida de personas como una gran afectación económica, esto debido la falta de un sistema funcional de control o extinción de incendios.

La finalidad de este proyecto es diseñar un sistema de extinción a base de agua pulverizada mediante el uso de rociadores automáticos para el área de almacenamiento de producto terminado de una empresa embotelladora de bebidas no alcohólicas, basándose en requerimientos y parámetros mencionados en normativa internacional.

En el desarrollo de esta tesis se explica los tipos de fuego, los diferentes métodos de extinción, la clasificación de riesgos y mercadería así como exigencias que se debe tener al momento de calcular el sistema de protección, teniendo como objetivos primordiales el salvar vidas humanas y el reducir o evitar pérdidas económicas.

1.1 Extinción de incendios

1.1.1 Fuego

“El fuego es una reacción química que ocurre cuando un material se asocia con el oxígeno rápidamente generando calor, luz y gases” (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2). Para que el fuego se produzca son necesarios tres componentes: calor, combustible y oxígeno.

1.1.2 Extinción del fuego

El principio de extinción del fuego radica en que si alguno de los componentes que generan (calor, combustible y oxígeno) es retirado, el fuego se extingue.

1.1.2.1 Métodos de extinción

Teniendo en cuenta los requerimientos para la generación de fuego, se contemplan tres métodos de extinción:

- **Extinción por remoción de calor.**

Esto se consigue gracias a la acción de un agente refrigerante siendo el más común de ellos el agua; el agua se puede aplicar en un chorro sólido a manera de un fino spray o mezclada con espuma (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2).

- **Extinción por remoción de combustible.**

Estos métodos son muy riesgosos pero existen casos en los que son efectivos. Un ejemplo es la extinción de fuego producido por líquidos y gases inflamables (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2).

- **Extinción por remoción de oxígeno.**

El oxígeno puede ser retirado del fuego al cubrir este con películas químicas o mecánicas o por la contaminación del ambiente con gases tales como el dióxido de carbono (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2).

1.1.3 Tipos de fuego

- **Clase A.**

Producido por materiales combustibles ordinarios como madera papel y plástico. El agente extintor más común de este tipo de fuego es el agua, además pueden utilizarse químicos secos de las clases B y C (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2).

- **Clase B.**

Producido por líquidos y gases inflamables. Para apagarlos se utilizan químicos secos, espuma, agentes limpios, dióxido de carbono y agua sublimada (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2)

- **Clase C.**

Fuego producido en equipos eléctricos; para apagarlo es imperativo utilizar agentes no conductores como químicos secos, dióxido de carbono y agentes limpios. La utilización de agentes conductores puede causar descargas eléctricas en quien se encuentre operando el extinguidor y severos daños en equipos eléctricos aledaños (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2)

- **Clase D.**

“El fuego se produce en metales combustibles como magnesio, titanio, circonio y sodio. Técnicas, agentes y equipo especial ha sido desarrollado para apagar estos fuegos. Los agentes de extinción comunes pueden reaccionar con los metales e incrementar la intensidad del fuego” (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. 2).

1.1.3.1 Agentes extintores

Entre los agentes extintores que ya han sido motivo de estudio y los más ocupados puede nombrarse los siguientes:

- **Agua.**

El agua actúa principalmente como refrigerante ya que requiere una gran cantidad de energía para evaporarse (calor latente de evaporación = 538,7 kcal/kg a 100 °C); además, el vapor de agua generado actúa como elemento de sofocación al desplazar el oxígeno del aire.

- **CO₂**

El dióxido de carbono es un gas inerte no combustible que puede ser almacenado fácilmente en recipientes a presión. Es comúnmente utilizado para sofocar incendios en presencia de corriente eléctrica.

El bióxido de carbono cumple dos papeles frente a un incendio: como agente sofocador al entrar en contacto con el oxígeno lo lleva a una forma que impide la combustión y como elemento refrigerante al ser expulsado del recipiente la mayor parte del CO₂ se deposita sobre el incendio en forma de nieve. La cantidad para combatir el fuego está dada por la relación de 1 libra de agente por cada 20 m².

- **Derivados halogenados**

Son hidrocarburos que contienen átomos de halógenos en su estructura molecular, son buenos extintores pero a la vez son tóxicos por lo que su utilización se encuentra restringida.

- **Polvo seco**

Como polvo seco se conoce a una mezcla de compuestos en forma de polvo químico fino entre los que podemos nombrar los siguientes: bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, bicarbonato urea-potásico y fosfato mono-amónico, a esta mezcla se le puede añadir otros compuestos a fin de conseguir características especiales.

Como ventajas en la utilización de polvos secos en la extinción de incendios se puede mencionar la nula toxicidad y alta constante dieléctrica, presenta las siguientes desventajas como: ligero efecto corrosivo y dificultad en la limpieza después de la aplicación.

- **Espuma - Agua**

La espuma es el resultado de mezclar agua, aire en presencia de un producto espumante, de acuerdo al grado de concentración del espumante se obtiene espumas con diferente grado de expansión agrupadas en tres conjuntos: normales, de media expansión y alta expansión.

La acción de la espuma radica en la sofocación del fuego ya que forma un tapiz logrando la separación combustible-oxígeno. Como principales ventajas de este producto se encuentran que no es tóxica y que puede cubrir grandes áreas, como principal desventaja se puede mencionar que no es utilizable en fuegos eléctricos.

La Tabla 1.1 muestra la efectividad de los agentes extintores antes citados frente a distintos tipos de fuego.

Tabla 1.1. Efectividad de los agentes extintores frente a distintos tipos de fuego

AGENTE EXTINTOR	FUEGOS A	FUEGOS B	FUEGOS C	FUEGOS D
Agua a chorro	Bueno	Inaceptable	Inaceptable	Inaceptable
Agua pulverizada	Excelente	Aceptable	Inaceptable	Inaceptable
Espuma	Bueno	Bueno	Inaceptable	Inaceptable
Polvo polivalente	Bueno	Bueno	Bueno	Inaceptable
Polvo seco	Inaceptable	Excelente	Bueno	Inaceptable
CO2	Aceptable	Aceptable	Inaceptable	Inaceptable
Halogenados	Aceptable	Aceptable	Inaceptable	Inaceptable
Productos específicos	No aplica	No aplica	No aplica	Aceptable

Fuente (Universidad Politécnica de Valencia, 2013)

1.1.4 Niveles de riesgo de incendio

El poder calificar el riesgo es la base para poder estimar un control o una supresión inmediata del fuego, considerando tanto la combustibilidad de la edificación como la de los materiales a ser almacenados.

La clasificación del nivel de riesgo se relaciona con el diseño e instalación de rociadores, así como del abastecimiento de agua o elementos espumógenos que ayuden a extinguir el incendio.

1.1.4.1 Niveles de riesgo de incendio de acuerdo al tipo de edificación

De acuerdo al tipo de edificación y la combustibilidad que este representa ante un escenario de fuego, se clasifican los diferentes tipos de riesgo en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Niveles de riesgo de incendio de acuerdo al tipo de edificación

Clasificación	Almacenamiento de material	Combustibilidad del material	Tasa de aumento de calor	Uso de líquidos inflamables	Edificaciones	Referencia
Riesgo ligero	Bajo	Bajo	Moderado	Ninguno	Iglesias, centros educativos, hospitales, instituciones públicas, pequeñas bibliotecas, construcciones residencias, museos, oficinas,	NFPA 13-13 Apéndice 5.2
Riesgo ordinario I	Moderado	Moderado	Moderado	Muy limitado	Parqueaderos y salas de exhibición de autos, plantas de procesamiento de alimentos, panaderías, plantas de procesamiento de vidrio, lavanderías, restaurant	NFPA 13-13 Apéndice 5.3.1
Riesgo ordinario II	Moderado Alto	Moderado Alto	Moderado Alto	Muy limitado	Molinos de alimentos, plantas productoras de tabaco, destilerías, bibliotecas de apilamiento alto, plantas productoras de llantas, de papel, industrias de textiles.	NFPA 13-13 Apéndice 5.3.2
Riesgo elevado I	Muy alto	Elevada	Alta	Moderado	Hangares aeronáuticos, sistemas donde se use líquidos combustibles, plantas de fundición, plantas procesadoras de caucho, de plywood, plantas de tapizado con espumas plásticas,	NFPA 13-13 Apéndice 5.4.1
Riesgo elevado II	Muy alto	Elevada	Alta	Abundante	Plantas asfálticas, plantas productoras de líquidos inflamables tipo spray, plantas procesadoras de plástico, productoras de líquidos limpiadores, productoras de barnices y pinturas	NFPA 13-13 Apéndice 5.4.2

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 99)

1.1.4.2 Clasificación de la mercancía almacenada

En áreas de almacenamiento, un factor importante a tomar en cuenta son las características de los productos almacenados, entre los factores a considerar en el análisis pueden nombrarse los siguientes:

- Tipo de producto y empaque del mismo.
- Tipo y altura de almacenamiento.
- Localización de materiales peligrosos dentro del área.

Lo mencionado permite clasificar la mercadería existente en una bodega en los siguientes grupos:

- **Clase I.** Comprende productos no combustibles que se pueden encontrar dentro cartones de pared simple o papel corrugado, productos con envoltura de plástico apilados o no en pallets, (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 114). Las características antes mencionadas se ilustran en la Figura 1.1. donde existe almacenamiento de bebidas no alcohólicas apiladas en estanterías abiertas tipo rack.

Figura 1.1. Almacenamiento de productos no combustibles clase I - IV



Elaborado por: Pablo Duque

- **Clase II.** Comprende productos no combustibles almacenados en cajas de madera, jabs plásticas, cartones de múltiples capas o cualquier material afín apilados o no en pallets. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 120).
- **Clase III.** Son productos fabricados a base de madera, papel, fibras naturales o sintéticas, ciertas clases de plásticos almacenados dentro o no de cajas, cartones, apilados o no en pallets. En la Figura 1.2 se ilustra apilamiento de cartones y bebidas de grado alcohólico dentro de cajas de cartón con envoltura de plástico, sobre pallets de madera. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 121)

Figura 1.2. Almacenamiento de productos combustibles. Clase III



Elaborado por: Pablo Duque

- **Clase IV.** Comprende productos conformados parcial completamente por plásticos del Grupo B. Si el contenido o empaque tiene un rango de 5 por ciento al 15 por ciento del peso o de 5 por ciento al 25 por ciento del volumen de plástico considerado como Grupo A apilados o no en pallets.
- **Plásticos.** Se los puede encontrar dentro del grupo de plásticos como Grupo A, Grupo B o Grupo C, esto debido a la siguiente clasificación Se muestra ejemplo en la Figura 1.3.

Figura 1.3. Plástico del grupo A, contenido en caneca plástica



Elaborado por: Pablo Duque

1.2 Sistemas de protección

Los sistemas de protección son un conjunto formado por sistemas de alarmas, detección, extinción que lo conforman equipos de bombeo, tanque de almacenamiento de agua o espuma, sistema de tuberías y accesorios, sensores, detectores, paneles controladores los cuales deben ser diseñados bajo recomendaciones de seguridad y de protección mencionados en las diferentes normas de incendios.

1.2.1 Normas de protección contra incendios

Los códigos descritos por la NFPA (National Fire Protection Association) han sido realizados con la finalidad de reducir el número de incendios, flagelos u otros riesgos que afectan a la calidad de vida y la industria. La aplicación de esta normativa dentro del proceso de ingeniería es fundamental en un proyecto para el adecuado diseño, la instalación y pruebas de aceptación del sistema.

A continuación se lista ciertos códigos que a lo largo de este proyecto serán nombrados.

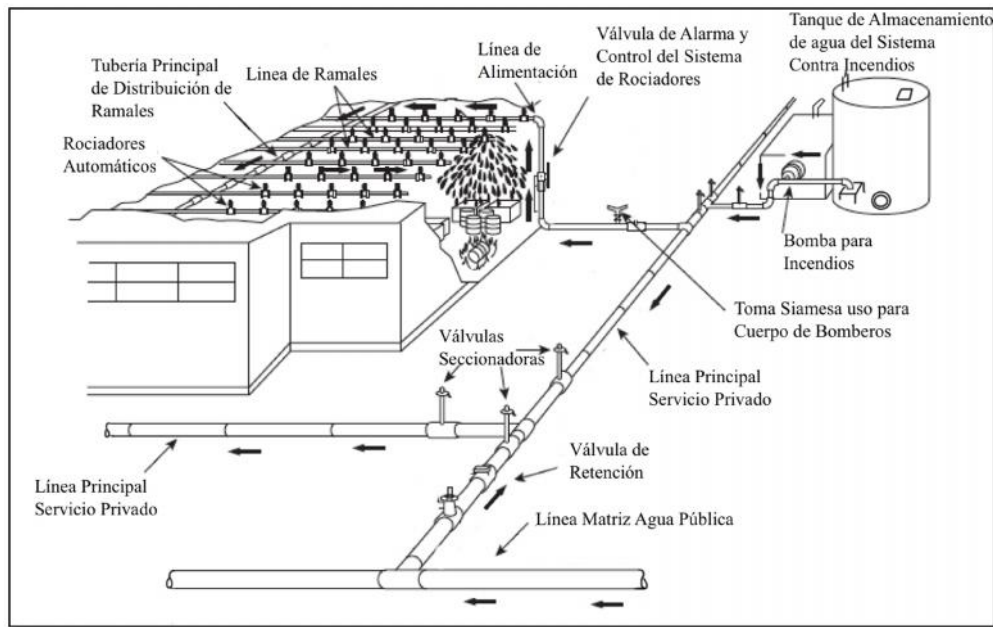
- **NFPA 13-13:** Norma para la instalación de sistemas de rociadores.
- **NFPA 14-13:** Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras.
- **NFPA 20-13:** Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección de incendio.
- **NFPA 22-13:** Norma para tanques de almacenamiento de agua de sistema de incendios para una red privada.

La normativa local también interviene dentro del proceso de diseño, siendo esta una recopilación de normas internacionales. En el país según la autoridad competente que es el Cuerpo de Bomberos sugiere que el sistema de protección a instalar este bajo reglamentos técnicos como:

- Regla técnica Metropolitana de Quito (RTQ 470- 2014),
- Reglamento de prevención de incendios - 2007 del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil (BCBG).

En la Figura 1.4 se esquematiza la instalación de un sistema de extinción de incendios con sus principales componentes sugeridos normativa internacional.

Figura 1.4. Principales componentes de una red de extinción de incendios.



Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 42)

1.2.2 Sistemas pasivos

Los sistemas de protección tipo pasivos se denominan a las rutas de evacuación, como ancho de pasillos, puertas, escaleras, tipo de materiales ocupados en la construcción. Estos sistemas pasivos cuentan con varios tipos de acciones a tener en cuenta:

- **Barreras corta fuegos tipo**

Incluyen el distanciamiento entre zonas con alto riesgo de incendio y la instalación de muros o paredes contrafuego, diques o cubetos y puertas contrafuegos

- **Bloqueos corta fuegos tipo vertical**

Incluyen la instalación de “dampers” contrafuegos en ductos de ventilación, techos de forjado y la protección de espacios para elevadores con materiales incombustibles. Incluye la protección de elementos y placas que conforman la estructura principal y secundaria de la edificación.

1.2.3 Sistemas activos

Se divide en varios tipos, uno de ellos el sistema de alarmas y detección que ayudan a prevenir al detectar el inicio del fuego, evitar su avance si se ha iniciado, alertar al personal que este presente en la edificación y direccionarlo de forma adecuada y rápida en caso de evacuación.

Son todos aquellos sistemas diseñados para utilizar agentes extintores en la contención del incendio; entre ellos se incluyen los sistemas de detección, alarma, emergencia, extinción y señalización. Para la realización de este proyecto es necesario estudiar específicamente los sistemas de aspersores de agua

1.2.3.1 Sistemas de aspersión

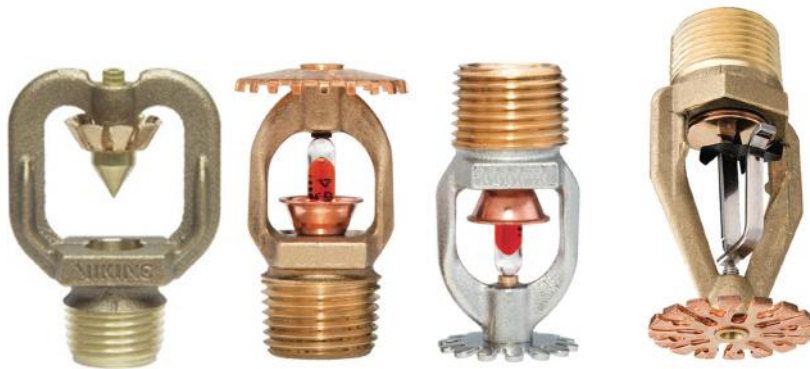
Dentro de un sistema de aspersión de agua contra incendios es un circuito hidráulico compuesto principalmente por rociadores de agua cuya principal función es extinguir el fuego, una fuente de agua capaz de abastecer un tiempo en el cual llegue el cuerpo de bomberos, equipo de bombas las que suministran caudal de agua a determinada presión en el punto de descarga, sistema de tuberías y accesorios que es por donde se transporta el agua presurizada, estos elementos y la debida capacitación del buen uso minimizan el riesgo de un flagelo.

1.2.3.2 Rociadores

Es uno de los elementos más importante dentro del sistema, estos pueden se automáticos o de orificio abierto, actúa sobre el incendio descargando gran cantidad agua pulverizada, esto al ser activados por elemento termo sensible que puede ser un bulbo de cristal que contiene glicol y aire o dos placas metálicas que se mantienen juntas por una solución que se funde a determinada temperatura según el tipo de rociador.

En la Figura 1.5 se ilustra los mecanismos de accionamiento como: tobera con orificio abierto, rociadores tipo ascendentes y descendente con accionamiento por medio de expansión del glicol dentro bulbo de cristal y rociador con accionamiento por fusión entre placas metálicas.

Figura 1.5 Rociadores automáticos y tobera de diluvio



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015) y (TYCO Fire Protection Products, 2010)

1.2.3.2.1 Tipos de rociadores

Algunos tipos de rociadores y toberas han sido definidos por la NFPA y ocupados según el diseño según su protección, se citan a continuación (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 49).

- Rociador de supresión temprana
- Rociador de respuesta rápida
- Toberas para sistemas de diluvio
- Rociador de cobertura extendida
- Rociador de gota grande
- Rociador convencional
- Rociador residencial
- Rociador especial según su aplicación

1.2.3.2.2 Características de temperatura

La Tabla 1.3 indica la clasificación de los rociadores de acuerdo al rango de temperatura en que operan.

Tabla 1.3. Clasificación por temperatura de rociadores automáticos.

Temperatura máxima en el techo		Rango de temperatura		Clasificación por temperatura	Código de color	Color en ampollita de vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135 a 170	57 a 77	Ordinaria	Sin color o negro	Naranja o rojo
150	66	175 a 225	79 a 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250 a 300	121 a 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 a 375	163 a 191	Extra alta	Rojo	Violeta
375	191	400 a 475	204 a 246	Extra muy alta	Verde	Negro
475	246	500 a 575	260 a 302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 14)

1.2.3.3 Requerimientos del sistema de aspersión

Los sistemas de extinción a instalar requieren ciertas consideraciones y características, las cuales dependen del tipo de equipo o área a proteger, como campanas de cocinas, sistemas de enfriamiento para tanques de almacenamiento de combustible, áreas refrigeradas entre otras aplicaciones, para lo cual existen: sistemas mojados o de tubería llena, de diluvio, de pre acción, con tubería seca.

A continuación se describe el funcionamiento de cada tipo:

1.2.3.3.1 Sistema de tubería mojada

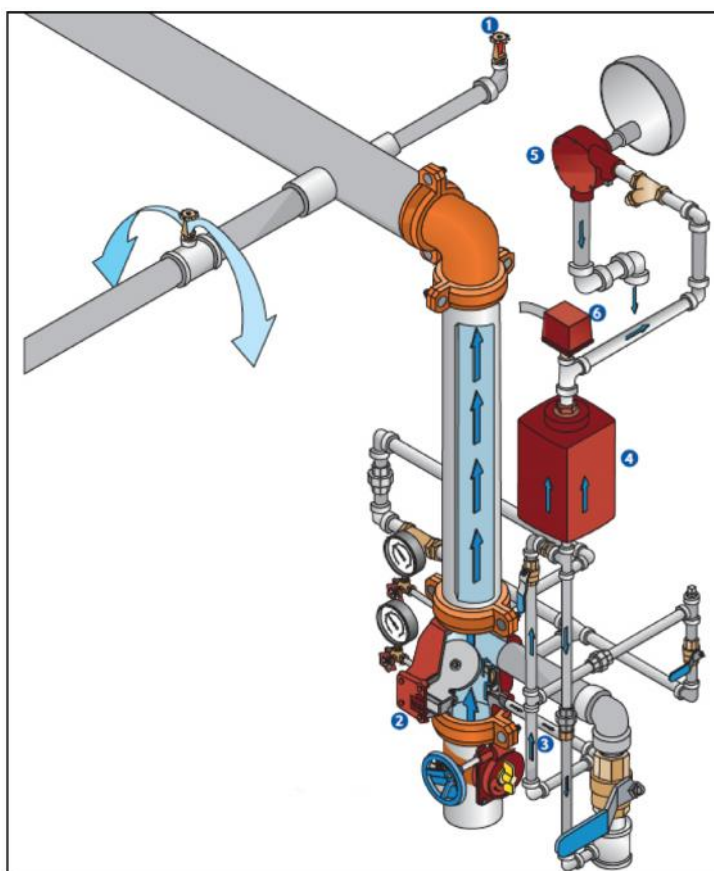
Consiste en la forma de extinción más utilizada en nuestro medio, debido a que no contamos con temperaturas ambientales extremas capaces de congelar el agua dentro del sistema de tuberías, el mismo que mantiene el agua presurizada hasta que esta sea descargada en forma de spray por medio de rociadores, gabinetes contra incendios, monitores al momento de ser requerido.

A continuación se describe el funcionamiento de este tipo de sistema: Cuando el rociador (1) se abre, el agua que fluye levanta la clapeta de la válvula de alarma (2) y pasa a través del circuito de alarma (3) a la cámara de retardo (4), cuando esta se llena el agua fluye hacia la alarma hidrodinámica (5) y/o al presostato opcional (6) que activa una campana eléctrica de alarma.

Los presostatos pueden ser conectados para activar la alarma con circuitos normalmente abiertos o normalmente cerrados. Para prevenir falsas alarmas debidas a las variaciones de presión de la fuente de abastecimiento de agua, la cámara de retardo acumula pequeñas cantidades de agua que fluyen a través del circuito de alarma en esos casos.

En la Figura 1.6 se ilustra las características mencionadas del funcionamiento del sistema de tubería mojada.

Figura 1.6. Funcionamiento de sistema mojado.



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015)

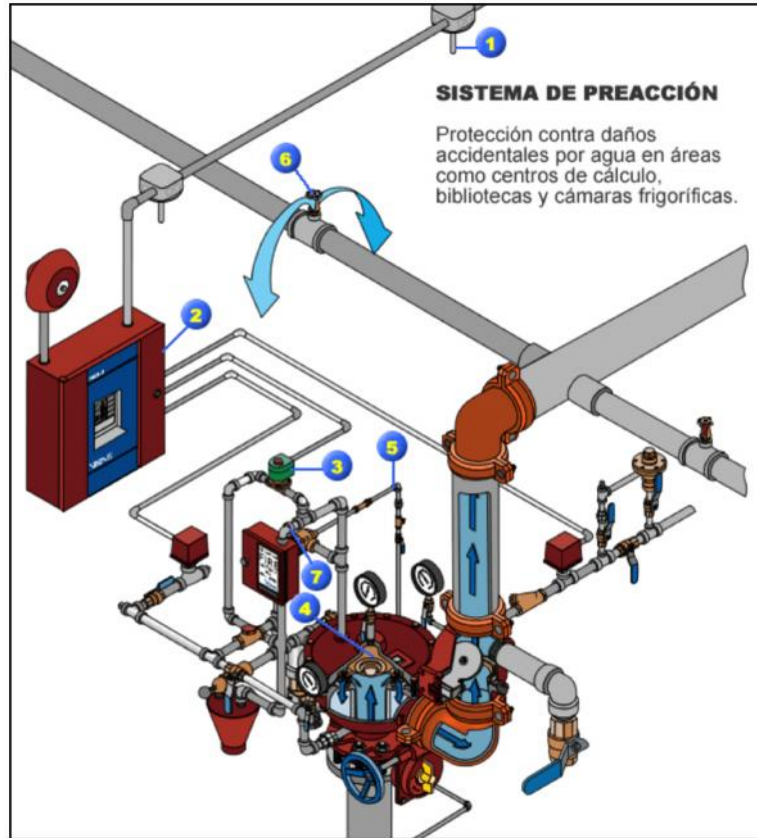
1.2.3.3.2 Sistema de preacción

Este tipo de accionamiento ayuda a prevenir descargas accidentales de agua. El proceso de funcionamiento viene dado cuando el fuego activa el detector (1), se envía una señal al panel de control (2). Éste manda las señales de alarma correspondientes y al mismo tiempo, activa la válvula de solenoide ubicado en el distribuidor (3). La cámara de cebado (4) de la válvula de diluvio pierde agua a mayor velocidad de la que entra por el orificio de restricción (5), permitiendo que la válvula se abra. El agua se distribuye por las tuberías pero no se descarga hasta que algún rociador (6) se dispare.

La válvula de corte de cebado (7) mantiene la cámara de cebado (4) sin presión una vez disparado el sistema. Los sistemas de preacción viking pueden ser equipados con sistemas de detección eléctricos (como se muestra en la figura) o neumáticos, y

pueden ser configurados con interbloqueo simple o doble según se lo requiera. Las características descritas se muestran en la Figura 1.7.

Figura 1.7. Funcionamiento de un sistema de preacción.



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015)

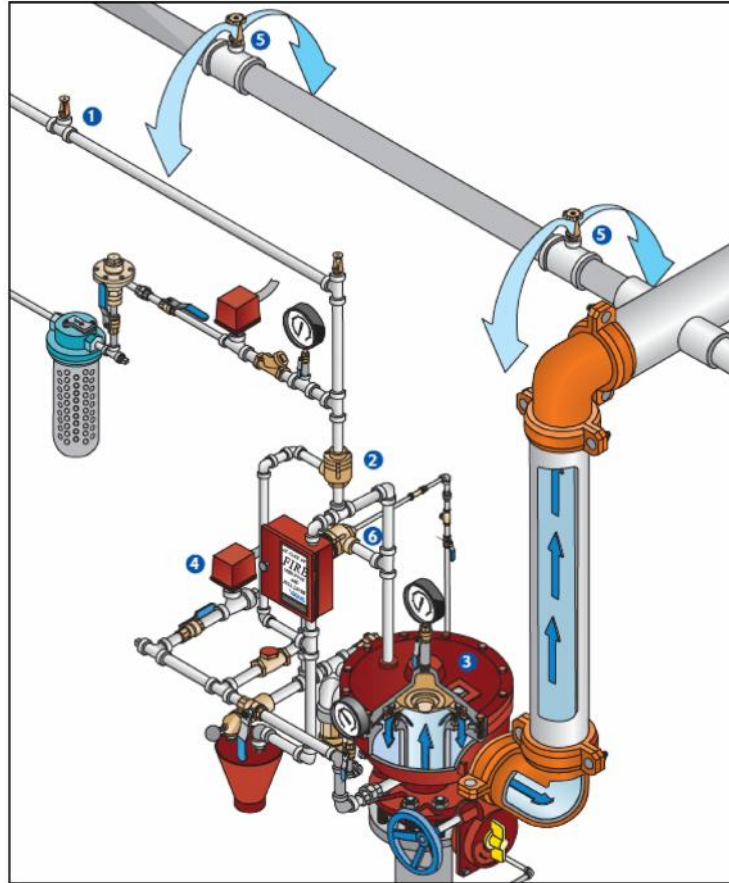
1.2.3.3.3 Sistema de diluvio

Ocupado para enfriamiento y control de incendios en tanque de almacenamiento de combustibles líquidos, hangares de aviones, plantas petroquímicas. El funcionamiento viene dado por la activación de un elemento de disparo de temperatura fija (1) a causa de un incendio, se libera la presión del sistema de actuación neumática (2) de modo que disminuye la presión de la cámara de cebado (3) permitiendo la apertura de la válvula de diluvio.

El flujo de agua activa un presostato (4) que hace sonar una alarma eléctrica o pone en funcionamiento una alarma hidromecánica o ambas simultáneamente. El agua llega a todos los rociadores abiertos y a las boquillas (5). La válvula de corte de

cebado (6) mantiene la cámara de cebado (3) sin presión una vez disparado el sistema. El proceso mencionado se muestra en la Figura 1.8.

Figura 1.8. Sistema de diluvio con actuación neumática



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015)

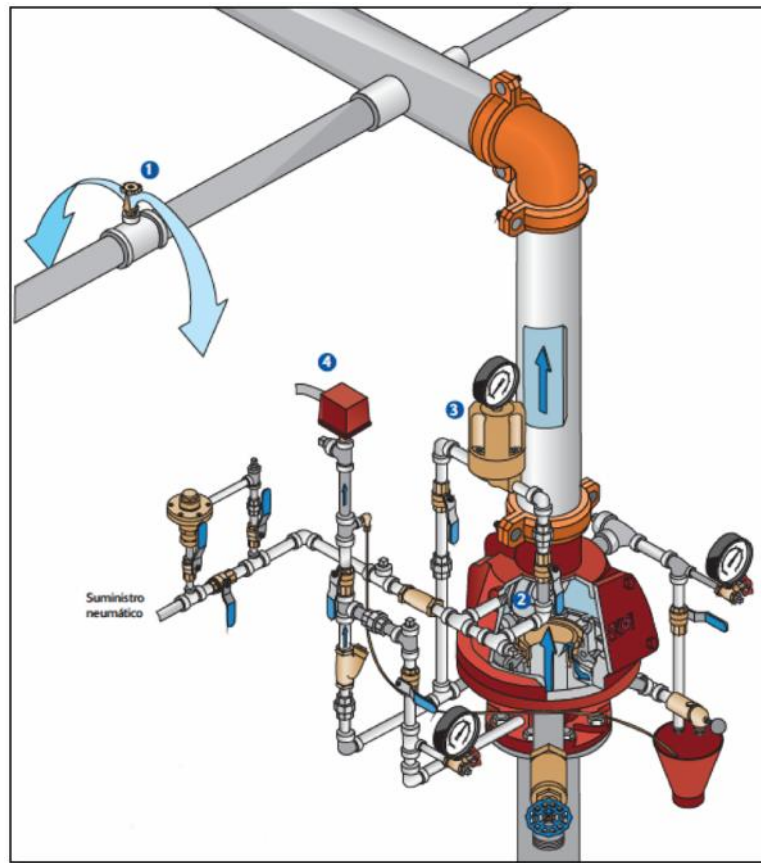
1.2.3.3.4 Sistema de tubería seca

Este tipo de sistema es ocupado en lugares donde las temperaturas están por debajo del punto de congelamiento del agua, y en casos donde calentadores de agua no son posibles.

El funcionamiento responde con acelerador modelo D-2, como el indicado en la Figura 1.9. Cuando un rociador (1) se activa, la pérdida de presión en el sistema permite la apertura de la clapeta (2) de la válvula check, llenando el sistema con

agua. En sistemas grandes se puede incorporar un acelerador (3) para aumentar la velocidad de apertura de la válvula. Un dispositivo integral anti-inundación evita los problemas de paso de agua al acelerador. El flujo de agua desde la cámara intermedia de la válvula activa un presostato (4) que hace sonar la alarma eléctrica, o bien activa una alarma hidromecánica o ambas simultáneamente. Lo descrito se puede visualizar.

Figura 1.9. Sistema de tubería seca con actuación neumática



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015)

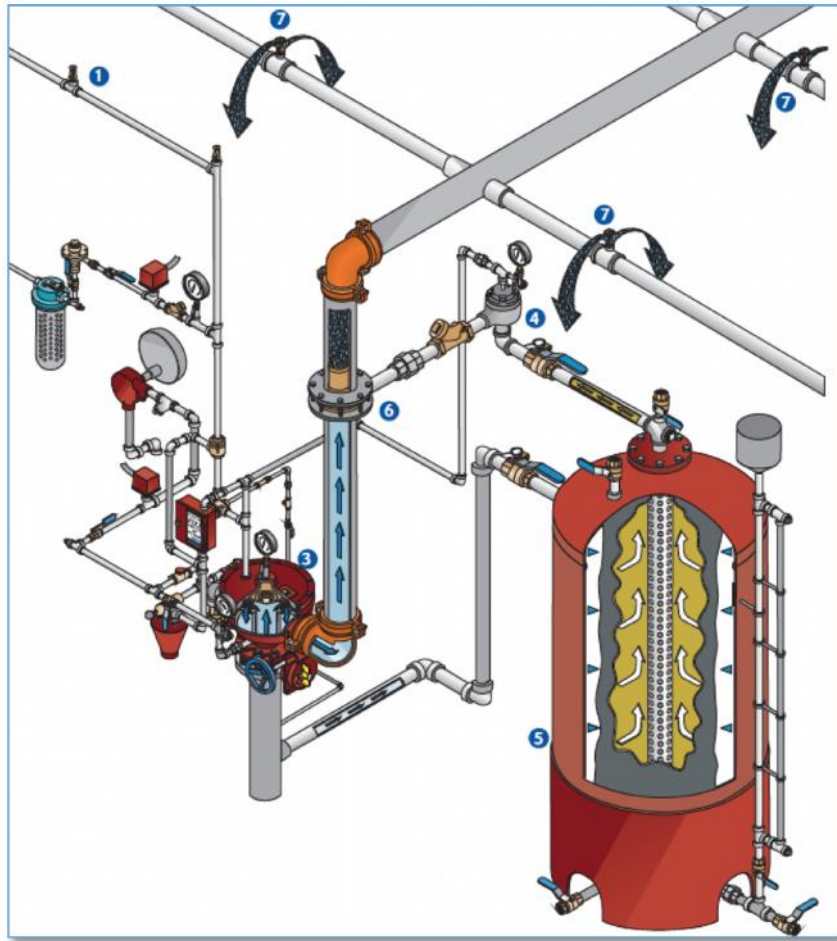
1.2.3.3.5 Sistema de espuma

Sistema ocupado en áreas donde se desarrolla industria petroquímica, manejo de líquidos combustibles, la espuma sella el vapor que se genera sobre el incendio en combustibles, impide el ingreso de oxígeno sofocando el incendio, debido a la formación de película acuosa a base de aire, agua y solución de espuma.

El proceso de funcionamiento se puede visualizar en la Figura 1.10 que esta relacionado con la activación de un detector (1), la válvula principal del sistema (3) se abre debido a la pérdida de presión de la cámara de cebado. Esta pérdida de presión es detectada también por la cámara de cebado de la válvula de control de espumógeno (4), permitiendo su apertura simultánea y haciendo que el espumógeno se introduzca en el sistema de rociadores. Al mismo tiempo, en el tanque de diafragma (5) la presión en la cavidad entre la pared interior del tanque y la membrana fuerza al espumógeno a que salga hacia el proporcionador (6).

El paso de agua por la zona venturi del proporcionador causa una caída de presión controlada que extrae el espumógeno y lo mezcla con el agua en la proporción establecida. A partir de ese momento, la solución espumante pasa al sistema descargándose por las boquillas o rociadores abiertos (7).

Figura 1.10. Sistema de descargar de espuma por medio de rociadores



Fuente: (VIKING Trusted above all, 2015)

1.2.3.4 Características de tuberías y accesorios

1.2.3.4.1 Tuberías

Por medio del diseño hidráulico se determina el trazado y diámetros del sistema tuberías que se encarga de transportar agua con caudal y presión determinada según el tipo de escenario a proteger. La presión de trabajo en los sistemas a base de agua no deben sobrepasar los 175 PSI (12.303 kgf/cm²), debido a que pueden ocasionar daño o deterioro en algún elemento al sobrepasar el rango para el cual fue probado como pueden ser empaques, accesorios, elementos de supervisión.

Se recomienda el uso de válvulas de alivio de presión en sistemas que son afectados por el calentamiento debido a la variación de temperatura. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 184)

De acuerdo a la normativa NFPA 13, la tubería metálica utilizada en sistemas de extinción debe cumplir o exceder las normas presentadas en la Figura 1.11. La tubería no metálica también debe cumplir con aspectos mínimos basados en normativas existentes en la

Figura 1.11. Normas que deben cumplir las tuberías metálicas.

Materiales y Dimensiones	Norma
Tuberías Ferrosas (Con y Sin Costura)	
Especif. para Tubos de Acero Negro y Tubos de Acero Galvanizado (Zincados en Caliente), Con y Sin Costura, para Uso en Protección contra Incendios	ASTM A 795
Especif. Para Tubos de Acero Con y Sin Costura	ANSI/ASTM A 53
Tubos de Acero Forjado	ANSI B36.10M
Especif. Para Tubos de Acero Soldados por Resistencia Eléctrica	ASTM A 135
Tubo de Cobre (Estirado, Sin Costura)	
Especif. Para Tubos de Cobre Sin Costura	ASTM B 75
Especif. Para Tubos de Cobre para Agua Sin Costura	ASTM B 88
Especif. de los Requisitos Generales para Tubos de Cobre Forjado Sin Costura y Tubos de Aleación de Cobre	ASTM B 251
Fundentes para Soldadura, a Utilizar en Soldaduras de Tubos de Cobre y Aleación de Cobre	ASTM B 813
Metal de Relleno para Soldadura (Clasificación BCuP-3 o BCuP-4)	AW A5.8
Metal para Soldar, 95-5 (Estaño-Antimonio Grado 95TA)	ASTM B 32
Aleaciones	ASTM B 446
	ASTM B 467

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 15)

Figura 1.12. Normas que deben cumplir las tuberías no metálicas.

Materiales y Dimensiones	Norma
Tuberías no metálicas	
Especificaciones para Tuberías de Cloruro de Polivinilo Clorado (CPVC) Especialmente Listadas	ASTM F 442
Especificaciones para Tuberías de Polibutileno (PB) Especialmente Listadas	ASTM D 3309

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 16)

1.2.3.4.2 Accesorios

De acuerdo a la normativa NFPA 13, los accesorios metálicos utilizados en sistemas de rociadores deben cumplir o exceder las normas presentadas en la Figura 1.13 y los accesorios no metálicos en caso de ser usados deben cumplir las normas presentadas en la Figura 1.14.

Figura 1.13. Normas que deben cumplir los accesorios metálicos.

Materiales y dimensiones	Norma
Fundición de Hierro	
Accesorios Roscados de Fundición de Hierro, Clases 125 y 250	ANSI B16.4
Bridas para Tubería y Accesorios Bridados de Fundición de Hierro	ANSI B16.1
Fundición Maleable	
Accesorios Roscados de Fundición Maleable, Clases 150 y 300	ANSI B16.3
Acero	
Accesorios de Acero Forjado Soldados a Tope en Fábrica	ANSI B16.9
Extremos para Tubería, Válvulas, Bridas y Accesorios, Soldados a Tope	ANSI B16.25
Especif. Para Accesorios de Tubería, de Acero al Carbono Forjado y Acero Aleado, para Temperaturas Moderadas y Elevadas	ASTM A 234
Bridas para Tubos y Accesorios Bridados, de Acero	ANSI B16.5
Accesorios de Acero Forjado, con Boquilla para Soldar y Roscados	ANSI B16.11
Cobre	
Accesorios Soldables para Presión, de Cobre y Bronce, Forjados	ANSI B16.22
Accesorios Soldables para Presión, de Fundición de Bronce	ANSI B16.18

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 16)

Figura 1.14. Normas que deben cumplir los accesorios no metálicos.

Materiales y Dimensiones	Norma
Cloruro de Polivinilo Clorado (CPVC)	
Especificaciones para los Accesorios Roscados	
Cédula 80 de CPVC	ASTM F 437
Especificaciones para los Accesorios tipo Enchufe	
Cédula 40 de CPVC	ASTM F 438
Especificaciones para los Accesorios tipo Enchufe	
Cédula 80 de CPVC	ASTM F 439

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 16)

1.2.3.5 Gabinetes contra incendios, hidrantes y bocas de fuego

Junto a los sistemas de rociadores es usual encontrar gabinetes o bocas de fuego equipados contra incendios al tratarse de sistemas mixtos. Una breve descripción de cada uno se realiza a continuación:

1.2.3.5.1 Gabinetes contra incendios

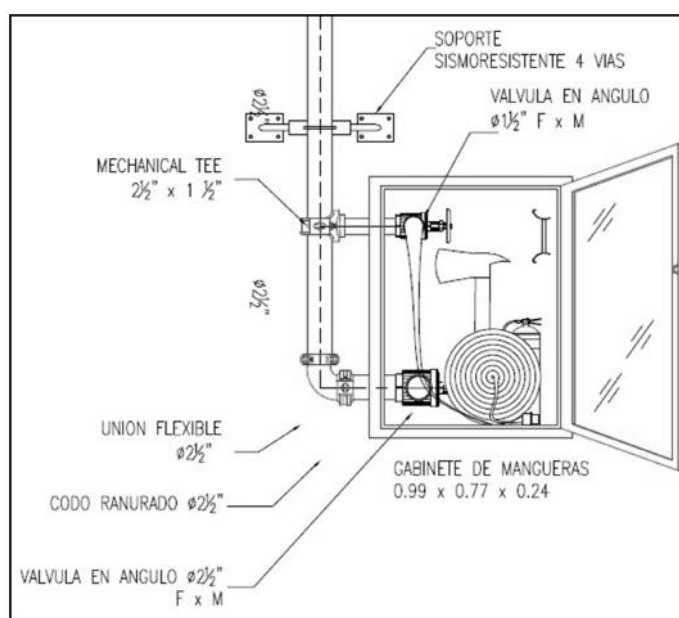
Un gabinete contra incendios es un cajetín metálico que contiene equipamiento capaz de prestar auxilio en caso de presentarse un siniestro estos no se encuentran ubicados a más de 30 m entre sí; la normativa NFPA 14 regula la instalación y utilización de estos dispositivos y los ha clasificado en los siguientes grupos descritos en la Tabla 1.4. En la Figura 1.15 se muestra un detalle típico de gabinete contra incendios clase III.

Tabla 1.4. Tipos y características de los gabinetes contra incendios

Clase I	Tienen una conexión para mangueras de 2 ½ pulgadas, son utilizados por personal capacitado en lucha contra el fuego como brigadas entrenadas y el cuerpo de bomberos.
Clase II	Tiene una conexión para mangueras de 1 ½ pulgadas, son utilizado por personal con conocimiento básico en contención del fuego como primer auxilio en caso de emergencia.
Clase III	Tiene una conexión para mangueras de 2 ½" y una de 1 ½" por lo que son utilizados para luchar contra el fuego y como primer auxilio en caso de emergencia. A continuación en la Figura 3.5 se muestra lo descrito del gabinete clase III.

Fuente: (National Fire Protection Association 14, 2013, p. 9)

Figura 1.15. Detalle del tipo de equipamiento del gabinete clase III



Fuente: (National Fire Protection Association 14, 2013)

1.2.3.5.2 Hidrantes

Son elementos ubicados en el exterior, estos pueden ser abastecidos por sistema de agua público o la red privada de incendios, se caracterizan por disponer descargas con gran cantidad de agua, aproximadamente 250 gpm (946 l/min) por cada boquilla de diámetro en 2 ½”, esta descarga se recomienda que no exceda los 100 psi de presión de trabajo debido a que el sistema puede no ser operable por falta de control en las mangueras. Este elemento debe ser probado hidrostáticamente y en operación constatando lo calculado en etapa de diseño. Se muestra en la Figura 1.16 hidrante con aprobaciones UL / FM diámetro 6” dos salidas de 2 ½” y una salida de 4” utilizada para lavado de tuberías y para conexión donde se suministra agua a bomberos. (National Fire Protection Association 14, 2013, p. 21).

Figura 1.16. Hidrante diámetro 6”



Elaborado por: Pablo Duque.

1.2.3.5.3 Bocas de fuego

En lugares donde la instalación de gabinetes o hidrantes es inviable simplemente se colocan las conexiones para las mangueras teniendo en cuenta las características que distinguen al área de ocupación como se muestra en la Figura 1.17.

Figura 1.17. Boca de fuego con salida angular en diámetro 1 ½”.



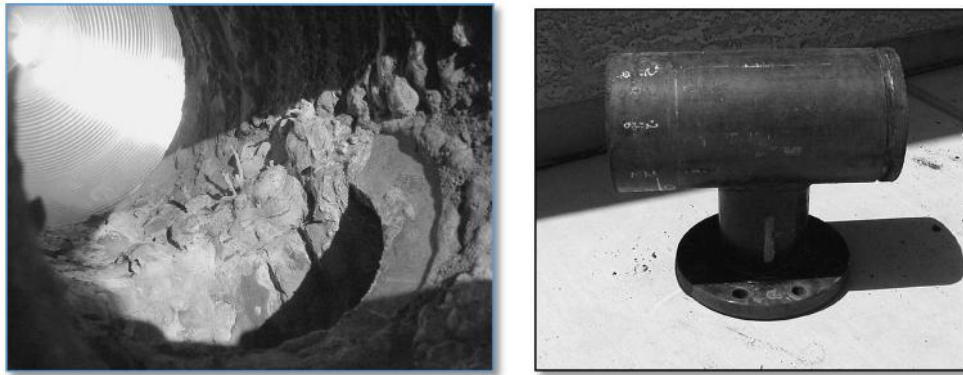
Elaborado por: Pablo Duque

1.2.4 Fuente de agua.

La fuente de agua puede ser de origen natural (lagos, ríos, pozos, etc.) o artificial (torres de agua, reservorios, líneas de distribución de agua potable, etc.). El agua previo a ser almacenada y utilizar dentro del sistema de tuberías de protección contra incendios, debe ser analizada para evitar una corrosión interna (MIC) que pudiera afectar a tuberías y accesorios en corto o largo plazo. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 1044)

El uso de aditivos químicos para intentar parar fugas, no es permitido en el sistema de tuberías. Los agentes químicos para mitigar o prevenir la corrosión interna del sistema de tuberías están permitidos en medida que no afecten las propiedades del agua y su uso para combatir incendios. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 96) . A continuación en la Figura 1.18 se muestra efectos de la corrosión microbiológica en accesorio tipo Tee de acero, aproximadamente el 65% de obstrucción.

Figura 1.18. Efectos de la corrosión microbiológica en tubería de acero



Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2007, p. 957; Baja Design Engineering, 2014; Baja Design Engineering, 2014)

El agua a utilizar puede ser almacenada de diferentes formas, tanques tipo cisterna, tanques elevados de hormigón armado, metálicos. Esto siguiendo parámetros de diseño y de construcción determinados en NFPA 22. Se muestra en la Figura 1.19 un tanque para almacenamiento de agua con capacidad aproximada de 1250 m³ y en la Figura 1.20 se observa una laguna artificial como fuente de agua para el sistema de extinción de incendios con capacidad aproximada de reserva 1600 m³.

Figura 1.19. Tanque metálico para almacenamiento de agua contra incendios.



Elaborado por: Pablo Duque

Figura 1.20. Laguna artificial como suministro de agua



Elaborado por: Pablo Duque

1.2.5 Bombas

1.2.5.1 Tipos de bombas

“Existen dos grandes tipos de bombas: dinámicas y de desplazamiento positivo ambos tipos de bombas son utilizadas en sistemas contra incendios, las dinámicas para agua y las de desplazamiento positivo para espuma” (Nolan, 1998).

1.2.5.1.1 Características de bombas para sistemas contra incendios

Las bombas más usadas en el medio para sistemas contra incendios son centrifugas horizontales con curvas caudal-presión suaves; esto se debe a que los sistemas contra incendios requieren diferentes caudales siempre a la misma presión dependiendo de la magnitud del incendio, adicional estas bombas con este tipo de curvas son más fáciles de colocar en serie en caso de ser requeridas. También se destacan bombas de turbina vertical en caso de tener en la succión presión negativa, ofrecen el mismo resultado al momento de combatir un conato de incendios.

A continuación se muestra en la Figura 1.21. un sistema de bombeo con dos bombas centrifugas horizontales con succión positiva a motor eléctrico y a motor de combustión a diésel ambas bombas operan a 2500 *gpm* a presión de 140 *psi* y en la Figura 1.22. se ilustra el cuarto de bombas donde se tiene una bomba turbina vertical carcasa partida acoplado a motor diésel con capacidad de 2500 *gpm* a una

presión de 145 *psi*. Y una bomba jockey con una demanda de 15 *gpm* a una presión de 155 *psi*; que permite mantener al sistema presurizado, esta bomba no es utilizada para controlar incendios debido a su bajo caudal de operación.

Figura 1.21. Bombas centrífugas horizontales con succión positiva.



Elaborado por: Pablo Duque

Figura 1.22. Casa de bombas de sistema de extinción, succión negativa.

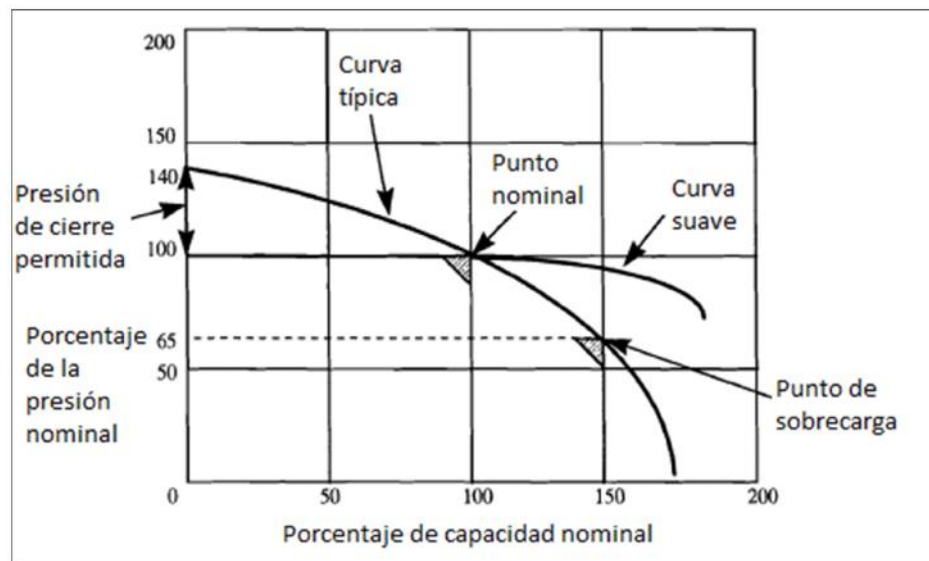


Elaborado por: Pablo Duque

1.2.5.2 Parámetros de la curva de la bomba

La normativa NFPA 20 expresa que las bombas a utilizar en sistemas de extinción deben tener una curva caudal-presión suave y deben proveer no menos del 150% de la capacidad nominal al 65% de la presión nominal, la presión de cierre no debe exceder el 140% de la presión nominal; de igual forma, la presión de cierre no debe ser menor a la presión nominal. Esta comprobación se la realiza previo a entregar el sistema, verificando que los parámetros de caudal y presión con la que fue diseñada se cumplan en la bomba principal (National Fire Protection Association 20, 2013, p. 55) Las características antes mencionadas se ilustran en la Figura 1.23.

Figura 1.23. Curva caudal-presión en bombas para sistemas contra incendios.



Fuente: (Nolan, 1998, pág. 56)

1.3 Métodos de cálculo para sistemas de extinción

La normativa NFPA 13 ofrece métodos para calcular la demanda de agua de los sistemas de rociadores como: método tabulado, métodos hidráulicos y métodos especiales.

1.3.1 Método tabulado

Se permite utilizar este método en ocupaciones de riesgo leve y ordinario cuando el área a proteger no supera los 5000 pie² (465 m²), en este caso se puede utilizar la, Tabla 1.5 para determinar el caudal y la presión requeridos por el sistema de extinción.

Tabla 1.5. Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores

Clasificación de la ocupación	Presión residual mínima requerida (psi)	Flujo aceptable en la base de la tubería vertical de alimentación (gpm)	Duración (min)
Riesgo leve	15	500 - 750	30 - 60
Riesgo ordinario	20	850 - 1500	60 - 90

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 590)

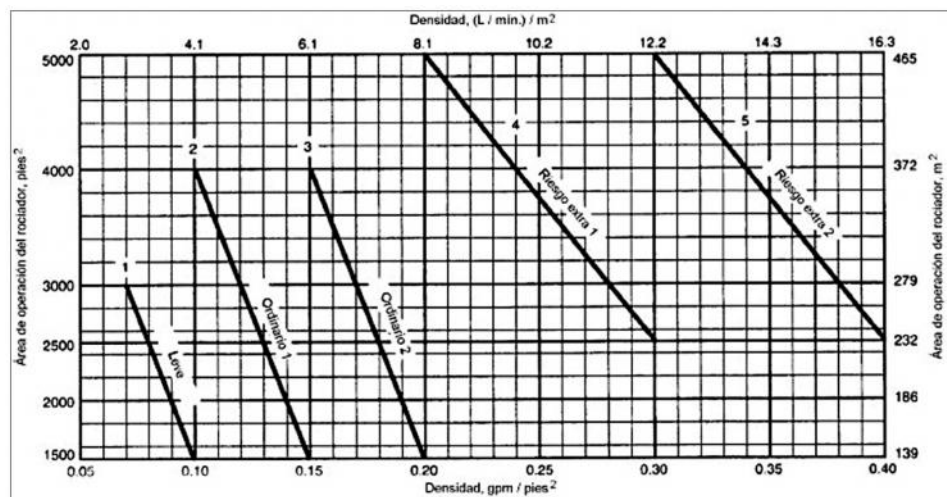
1.3.2 Métodos hidráulicos

La demanda de agua requerida debe ser calculada por los siguientes métodos:

1.3.2.1 Método área/densidad

Los requerimientos del sistema se obtienen a partir de la Figura 1.24, esto una vez definido el tipo de riesgo y el área a ser protegida.

Figura 1.24 Curvas área/ densidad.



Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 72)

1.3.2.2 Método “Por Cuarto”

“Los requisitos para el suministro de agua utilizada exclusivamente para rociadores, deben basarse en el ambiente que cree la mayor demanda posible”. La densidad seleccionada debe ser estar dentro del rango mostrado en la Figura 1.24. (National Fire Protection Association, 2012, pág. 74)

En ambos métodos “área/densidad” y “por cuarto” es necesario que al caudal dimensionado se le agregue la demanda estimada por el uso de gabinete contra incendios de acuerdo con la Tabla 1.6.

Tabla 1.6. Requisito adicional de caudal de manguera según su riesgo.

Clasificación de la ocupación	Mangueras interiores (gpm)	Total combinado de mangueras interiores y exteriores (gpm)	Duración (min)
Riesgo leve	0, 50 ó 100	100	30
Riesgo ordinario	0, 50 ó 100	250	60 - 90
Riesgo extra	0, 50 ó 100	500	90 - 120

Fuente: (National Fire Protection Association, 2012, pág. 72)

1.3.2.3 Método CMSA

Denominado método de control de incendios para aplicaciones específicas, donde el área de diseño debe ser de forma rectangular, considerando una proporción de aumento al diseño en 1.2 veces la raíz cuadrada del área a proteger por el número de sprinkler dentro de mencionada área. El criterio de descarga para almacenamiento no limita el número de rociadores operativos dentro del análisis de cada ramal. También se debe considerar parámetros descritos en normativa para su adecuado desempeño, así como ángulo de inclinación el techo, altura, presiones de descarga, obstrucciones entre otros. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 362)

1.3.2.4 Método ESFR

Método supresión del fuego por respuesta rápida debido al tipo de descarga y alcance que ofrecen cierto tipo de rociadores. Se determina el área hidráulicamente más desfavorable con la operación de doce rociadores dispuestos cuatro por cada ramal. Este método de extinción no se puede aplicar en instalaciones donde exista racks con barreras sólidas, o contenidos abiertos debido a que interfieren en las coberturas de cada rociador. La limitante de este método existe también tanto en la altura del techo y almacenamiento así como en el ángulo de inclinación de la cubierta.

El tipo de descarga y las presiones que se manejan en este método se reflejan en los diámetros de tubería por los cuales se transporta el agua hacia el área de descarga.

1.3.3 Pérdidas por fricción en el sistema de tuberías

Las pérdidas por fricción de las tuberías se determinan con la ecuación de Hazen-Williams (National Fire Protection Association, 2012, pág. 77):

$$p = \frac{4,52 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D_i^{4,87}}$$

Donde:

p : Resistencia a la fricción en psi/pie de tubería

Q : Caudal

D_i : Diámetro interior en pulgadas

C : Coeficiente de pérdidas de acuerdo a la Tabla 1.7

Tabla 1.7. Valores C de Hazen-Williams

Tubería o tubo	C
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de preparación)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 995)

1.3.3.1 Presión de velocidad y presión normal

La presión de velocidad actúa siempre en la dirección del flujo, siendo una medida de energía requerida para mantener al agua en movimiento dentro de una sección de tubería debe determinarse en base a la ecuación mostrada: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 997).

$$P_v = \frac{0,001123 * Q^2}{D_i^4}$$

Donde:

P_v : Presión de velocidad en (*psi*) (SI, 1 psi = 0.0689 bar).

P_n : Presión normal en (*psi*).

P_t : Presión total en (*psi*).

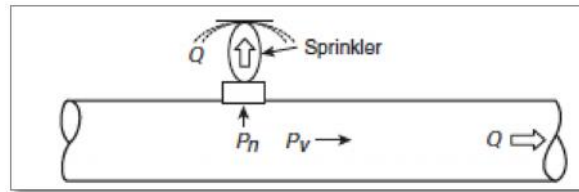
Q : Flujo en (*gpm*) (SI, 1 gal = 3.785 L).

D_i : Diámetro interior en pulgadas (in.) (SI, 1 in. = 25.4 mm).

La presión normal actúa en forma perpendicular a la presión de velocidad, en dirección hacia las paredes de la sección de tubería. En la Figura 1.25 se muestra esquema de las presiones a lo largo del flujo en un tramo de tubería.

$$P_n = P_t - P_v$$

Figura 1.25. Muestra presiones de velocidad y normal en sección de tubería



Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 997)

1.3.3.2 Factor K

Denominado factor de descarga de caudal y presión a través de un orificio, se lo obtiene con la ecuación a continuación mostrada. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 999).

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

Donde:

Q : Flujo en (gpm) (SI, 1 gal = 3.785 L)

P_t : Presión total en (psi)

K : constante de descarga en nodos de descarga.

1.3.3.3 Longitud equivalente para válvulas y accesorios del sistema

Para determinar la longitud equivalente de los accesorios que comprenden el sistema de tuberías, se debe utilizar la tabla mostrada en anexos estos valores se tomarán en

cuenta al momento de realizar el cálculo hidráulico, con el fin de conocer cuál será la pérdida total por fricción según el tipo de sistema.

1.3.3.4 Balance hidráulico

Las presiones obtenidas dentro de la red de incendios deben ser balanceadas con la presión de demanda más alta, con el objetivo que el suministro de agua abastezca simultáneamente a los rociadores automáticos ubicados en techo para lo cual el factor K obtenido en cada ramal o tubería principal debe ser analizado.

Mediante el uso y comprobación de software de Ingeniería se puede obtener datos y resultados del cálculo hidráulico de una forma rápida y eficiente, estos resultados pueden ser comparados con los realizados mediante el uso de ecuaciones y tablas.

CAPÍTULO II

2 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN

Introducción

El motivo de este diseño es disponer de un sistema de protección de incendios que en caso de ser requerido cumpla con el objetivo de extinguir el fuego, mediante la descarga de agua pulverizada por rociadores automáticos seleccionados según el riesgo y tipo de mercadería, estos estarán ubicados a la altura del techo conectados a la red de tuberías.

Los diámetros de tuberías ocupados son comprobados hidráulicamente mediante ecuaciones y parámetros de ingeniería, el sistema de bombeo será seleccionado acorde a la fuente de agua disponible y comprobado mediante obtención de curva del sistema.

2.1 Descripción del área a proteger

La bodega de producto terminado a proteger forma parte de una empresa embotelladora de bebidas no alcohólicas ubicada en la provincia de Guayas la cual requiere instalar un sistema de extinción que cumpla con normativa internacional y también local. El área de ocupación de la industria está dividida según la siguiente: clasificación de riesgos mencionada en la Tabla 2.1.

Para fácil ubicación de las áreas se muestra en el Anexo 3, la fotografía satelital de del sitio en estudio.

Tabla 2.1. Áreas de ocupación con su clasificación de riesgo.

Ocupación	Área (m²)	Riesgo	Mercancía	Referencia
Almacenamiento de materia prima	1007.87	Elevado grupo I	Clase I – IV	NFPA 13
Almacenamiento de producto terminado	2170.5	Elevado grupo I	Clase I	NFPA 13
Área de producción	13 337.51	Ordinario grupo I	Clase I	NFPA 13
Almacenamiento de material publicitario	1888.24	Elevado grupo I	Grupo A de plásticos	NFPA 13
Área para almacenamiento de líquidos combustibles	322	Elevado grupo I	Flamable y combustible	NFPA 30
Cuarto de fuerza	336	Ordinario grupo II	Calderas	NFPA 13
Área de pallets	452	Ordinario grupo II	Pallets	NFPA 13
Área administrativa y de servicios	1730	Riesgo ligero	Oficinas , camerinos	NFPA 13

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 995)

En la Figura 2.0 se ilustra el plano arquitectónico de la bodega de producto terminado, donde se hace referencia a los tipos de almacenamiento y las dimensiones del mismo.

Figura 2.0 Implantación arquitectónica de la bodega de producto terminado.



Fuente: Plano arquitectónico planta embotelladora, 2014

Las principales características y especificaciones con las que cuenta la bodega se demuestran en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Datos adicionales de la bodega

Longitud (pie)	236,81 (72.18 m)
Ancho (pie)	98,45 (30.00 m)
Área (pie ²)	23313,94 (2165.4 m ²)
Altura máxima (pie)	41.73 (12.72 m)
Tipo de Cubierta	Cubierta de lámina metálica: Gauge 26
Ángulo de cubierta	< a 12°
Temperatura de cubierta	> 38° C
Uso	Almacenamiento líquido no combustible
Altura de almacenamiento	Sobre 7.60 m en estanterías tipo racks, en apilamiento sólido sobre pallets menor a 3.0 [m]

2.2 Método de diseño

Para determinar el sistema de extinción contra incendios se comprueba mediante cálculo hidráulico el sistema de tuberías, accesorios y equipos que constituyen partes fundamentales de la red.

2.2.1 Clasificación de la ocupación

La bodega está destinada a almacenar líquidos no combustibles por lo que es catalogada como una ocupación con riesgo ordinario nivel uno, sin embargo al analizar el tipo de mercadería, alturas y forma de apilamiento, podemos mencionar que el riesgo a proteger es elevado tipo uno, debido a los siguientes descripciones:

- Los materiales ocupados en los envases son: de vidrio y plástico tipo PET, este último es el más utilizados por presentar mejores características en cuanto a resistencia tanto en la rotura como en la presión interna, posee baja permeabilidad y es liviano.
- Las bebidas de tamaños mayores a un litro previo a ser almacenadas sobre pallets de madera, se encuentran embaladas con películas de plástico, con el fin de evitar desplomes y lastimaduras al movimiento del producto.
- Los envases de vidrio que contienen líquido no combustible se encuentran dentro de jabs plásticas, a su vez están apiladas sobre pallets a una altura no mayor a 1.50 metros.
- Dentro de la bodega se considera dos escenarios de almacenamiento: apilamiento sólido en las áreas ocupadas a recepción y despacho de mercadería y almacenamiento en racks metálicos.

- La altura de apilamiento es mayor a 12 pies (3,7 m) por lo que el apilamiento se considera alto (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 70).

Las características mencionadas en cuanto al tipo de almacenamiento y mercadería se las puede observar en la Figura 2.1, donde se tiene el apilamiento de bebidas carbonatadas y no carbonatadas con envoltura de plástico, sobre pallets de madera.

Figura 2.1. Almacenamiento de bebidas no alcohólicas.



Elaborado por: Pablo Duque

Existe también una importante cantidad de material combustible representado por los elementos de embalaje, almacenamiento y el desplazamiento constantes de montacargas no eléctricos dentro del área a proteger, por lo que la clasificación de la ocupación puede considerarse como de riesgo ordinario tipo I tal como se menciona el manual de rociadores automáticos de la NFPA: “La clasificación de los productos está determinada por el tipo y cantidad de material que es parte del producto en sí y su embalaje primario” (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 111)

2.2.2 Clasificación del producto

El producto contenido en envases de cristal y plásticos tipo PET son bebidas carbonatadas y no carbonatadas con características no combustibles y no inflamable, los envases tienen capacidad menor a 5 galones, por lo que de acuerdo al manual de sistemas de rociadores automáticos, se le puede clasificar como Clase I (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 115).

2.2.3 Área máxima de protección por sistema de extinción

El área máxima de cobertura en un sistema de protección se relaciona con el tipo de riesgo asignado, al tener apilamiento de producto superior a 12 pies (3.66 m) el área límite del sistema de aspersión debe ser hasta 40 000 pie². El área en estudio tiene una superficie de 23 314 pie², equivalente a 2 166 m², lo cual permite realizar el diseño con un solo sistema de distribución (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 251).

2.2.4 Selección del rociador o “sprinkler”

Al conocer las características tanto del tipo de ocupación y de mercadería, podemos realizar una selección del tipo de rociador y método de cálculo hidráulico. Las especificaciones del rociador automático deben relacionarse con la capacidad de controlar o suprimir un incendio, en los anexos se muestra parámetros de selección de los posibles métodos a ocupar. Si se opta por el método de área densidad (CMDA) y debido a características adjuntas en anexos, se deberá instalar rociadores intermedios dentro de las estanterías, generando un incremento económico considerable, ya que cambian las consideraciones de diseño.

Con el método de aplicación específica (CMSA) y las referencias tomadas de la tabla adjunta en anexos podemos concluir que el cálculo no puede ser viable, debido a que supera la altura del techo con referencia a lo mostrado en el anexo.

Al ocupar los rociadores y el método por supresión (ESFR) de acuerdo al manual de sistemas de rociadores automáticos, estos son capaces de extinguir el fuego de forma rápida debido a las características de descarga que presentan a relación de los otros

métodos de cálculo y su aplicación en los diferentes tipos de almacenamiento. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 623).

Algunas ventajas de los rociadores tipo ESFR (American Fire Protection Group, 2014) son:

- Entregan el doble de agua que entregan los rociadores normales.
- Tardan la mitad del tiempo en activarse que tardan los rociadores normales.
- Minimizan los daños de los en las instalaciones debido a la supresión temprana.
- Ofrecen un tamaño de gota en la descarga más grande.
- Son utilizables en una gran variedad de ocupaciones y mercancías.
- En muchos casos mitigan la necesidad de utilizar rociadores in-rack.
- Su implementación es de 30 a 50% más económica que los rociadores normales.

Como desventaja de su uso podemos mencionar la cantidad de agua requerida y las presiones elevadas de operación en el sistema, que conlleva a la utilización de un sistema de bombeo acorde a la demanda. (Baja Design Engineering, 2014).

2.2.4.1 Presión y constante de descarga

Los parámetros requeridos para el diseño hidráulico por clasificación del producto de y el tipo de almacenamiento junto los datos de la Tabla 2.2 son utilizados para determinar la presión de trabajo mínima de los rociadores, la tabla mostrada en el anexos señala las condiciones de descarga de los rociadores, en función de la altura de techo y del tipo almacenamiento solido sobre pallets, y en otro anexo se muestra las condiciones de descarga para almacenamiento en estanterías tipo racks usando el método y ESFR, con una presión de 40 psi y doce rociadores con una constante de descarga de $25,2.(gpm / psi^{1/2})$. Estos son datos referentes para el desarrollo del cálculo hidráulico de la zona más demandante dentro de la bodega a proteger. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 676).

2.2.4.2 Cobertura y espaciamiento máximos

Para determinar estos parámetros se sabe que la bodega tiene apilamiento elevado en parte del área y apilamiento sólido por lo que al calcular el área y espaciamiento de

los rociadores se utilizará la tabla de Figura 2.2. la adicional a recomendaciones direccionadas por el fabricante del rociador al ya haber probado la eficacia en la operación.

Figura 2.2. Área de protección y espaciamiento de rociadores

<i>Construction Type</i>	<i>System Type</i>	<i>Protection Area</i>		<i>Maximum Spacing</i>	
		<i>ft²</i>	<i>m²</i>	<i>ft</i>	<i>m</i>
All	Hydraulically calculated with density ≥ 0.25	100	9.3	12*	3.7*
All	Hydraulically calculated with density < 0.25	130	12.1	15	4.6

*In buildings where solid structural members create bays up to 25 ft (7.6 m) wide, maximum spacing between sprinklers is permitted up to 12 ft 6 in. (3.8 m).

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 293)

Se utiliza como área de protección los 100 pie² y el espaciamiento máximo de 10 pies (3.048 m) entre rociadores, esto por recomendaciones basados en hoja técnica del rociador (TYCO Fire Protection Products, 2010, p. TFP 312).

Como datos adicional debe mencionarse que el manual de sistemas de rociadores automáticos determina que: “en techos de doble agua la distancia vertical máxima entre rociador y el techo no debe exceder 36 pulgadas”, lo cual depende también del tipo de combustibilidad del techo. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 304).

2.2.4.3 Distancia a las paredes

En el manual de sistemas de rociadores automáticos se indica que: “La distancia desde los rociadores a las paredes no deberá exceder la mitad de la distancia entre rociadores” (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 295).

De acuerdo con el espaciamiento mínimo calculado entre rociadores la distancia a las paredes será de máximo 5 pies (1.52 m).

2.3 Desarrollo del diseño

Para el cálculo hidráulico de la red de extinción de incendios en bodega, el área de diseño consistirá en doce rociadores de supresión temprana ubicados dentro de la zona más demandante y distribuidos en tres ramales de cuatro rociadores cada uno, con presión de operación mínimo de *40 psi* por rociador (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 1015). En la figura se muestra la ubicación del área más desfavorable estimada previo a realizar un proceso de iteración de cálculo hidráulico reflejado en anexos.

2.3.1 Caudal

El caudal teórico y requerido por cada rociador se obtiene con la siguiente ecuación

$$Q = K * \sqrt{p}$$

Donde:

Q : es el caudal en *gpm*

K : es la constante de descarga en *gpm/psi^{1/2}*

p : es la presión en *psi*

$$Q = 25 * \sqrt{40} = 158,11 \text{ gpm}$$

El caudal estimado de descarga por cada rociador es **158,11 gpm**

2.3.2 Características y descripción de la recorrido.

Para el cálculo hidráulico a realizar se considera la cantidad de total de agua requerida a través de la trayectoria descrita en planos, según el diseño se ha tomado en cuenta los nodos y tramos, con sus respectivas alturas al centro de línea de los accesorios y tuberías, distancias entre nodos y especificaciones del material a tomar en cuenta para las pérdidas de fricción dentro del sistema de tuberías.

2.3.3 Cálculo hidráulico

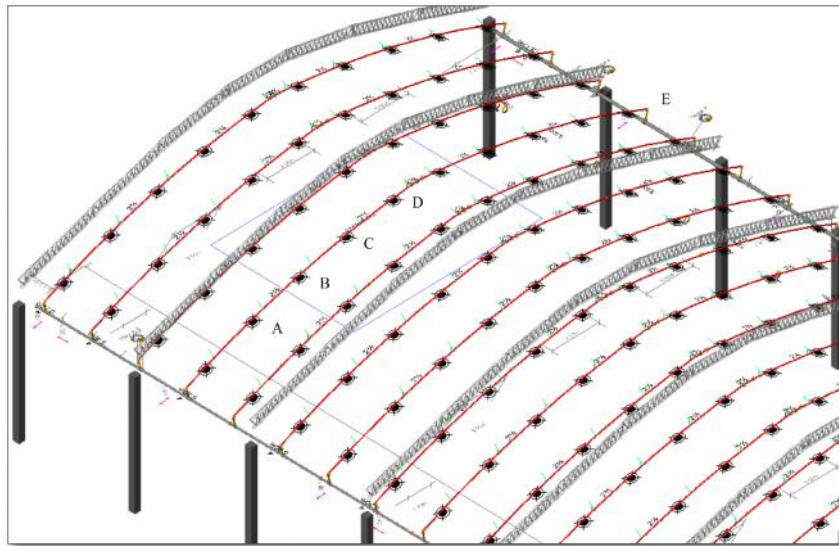
El cálculo hidráulico responde a la utilización de ecuaciones de Ingeniería para determinar las pérdidas de presión ocasionadas por el recorrido de tubería, la altura, diámetros y accesorios de la red de tuberías, de esta forma se determina las presiones y caudales requeridos en la descarga se cumplan para cada rociador. Como método adicional se comprueba el cálculo hidráulico mediante software de Ingeniería, el resumen de este análisis se muestra en anexos.

En las figuras y tablas mostradas se describe el recorrido del sistema de tuberías desde la bodega de producto terminado hacia casa de bombas donde se realiza la selección de los equipos de bombeo. La trayectoria de las tuberías así como accesorios y diámetros elegidos son resultado de los análisis de cálculo realizados adjunto en los anexos.

2.3.3.1 Análisis de los ramales de alimentación a rociadores

El tramo correspondiente a la operación de los rociadores se muestra en la Figura 2.3 donde se consideran cuatro rociadores automáticos tipo ESFR ubicados en el ramal, la descripción de cada tramo y los valores debido a pérdidas por fricción se muestran en la Tabla 2.3.

Figura 2.3. Tubería para alimentación a rociadores de techo.



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.3. Características y valores de los tramos en ramales de distribución.

RAMAL 1 TRAMO A-B		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	159.38	Sprinkler Tipo ESFR
K	25.2	Constante de descarga
Presión de descarga mínima requerida (psi)	40	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	2.13	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Caudal (gpm)	159.38	Descarga rociador
Diámetro (pulgadas)	2.469	Ramal de alimentación
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7.
Longitud total de la tubería (pie)	22.33	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	10.33	
Longitud equivalente	12	Tee, cantidad: 1, diámetro: 2,5", longitud equivalente: 12.
Pérdidas debidas a la altura (psi)	13.15	
Elevación (pie)	30.38	Nodo A : 30.38 ft, B : 33.07 ft
Presión anterior (psi)	40	
Presión debida a pérdidas (psi)	15.28	
Presión de tramo (psi)	55.28	

TRAMO B-C		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	159.38	Sprinkler Tipo ESFR
K	25.2	
Presión de descarga mínima requerida (psi)	40	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	2.13	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Caudal (gpm)	159.38	
Diámetro (pulgadas)	2.469	Ramal
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7.
Longitud total de la tubería (pie)	22.33	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	10.33	
Longitud equivalente	12	Tee, cantidad: 1, diámetro: 2,5" , longitud equivalente: 12
Pérdidas debidas a la altura (psi)	14.31	
Elevación (pie)	33.07	Nodo B : 33.07 ft, C : 35.14 ft
Presión anterior tramo AB (psi)	55.28	
Presión debida a pérdidas (psi)	16.44	
Presión de tramo (psi)	71.72	

TRAMO C-D		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	159.38	Sprinkler Tipo ESFR
K	25.2	
Presión de descarga mínima requerida (psi)	40	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	2.13	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Caudal (gpm)	159.38	
Diámetro (pulgadas)	2.469	Ramal
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7.
Longitud total de la tubería (pie)	22.33	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	10.33	
Longitud equivalente	12	Tee, cantidad: 1, diámetro: 2,5" , longitud equivalente: 12
Pérdidas debidas a la altura (psi)	15.21	
Elevación (pie)	35.14	Nodo C : 35.14 ft, D : 36.58 ft
Presión anterior (psi)	71.72	
Presión debida a pérdidas (psi)	17.34	
Presión de tramo (psi)	89.06	

TRAMO D-E		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	159.38	Sprinkler Tipo ESFR
K	25.2	
Presión de descarga mínima requerida (psi)	40	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	5.93	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Caudal (gpm)	159.38	
Diámetro (pulgadas)	2.469	Ramal
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7.
Longitud total de la tubería (pie)	62.19	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	44.19	
Longitud equivalente	18	Tee, cantidad: 1, diámetro: 2,5" longitud equivalente: 12. Codo 90° cantidad: 1, diámetro: 2,5", longitud equivalente: 12
Pérdidas debidas a la altura (psi)	4.79	
Diferencia de altura (pie)	11.06	Nodo D : 36.58 ft, E : 25.52 ft
Presión anterior (psi)	89.06	
Presión debida a pérdidas (psi)	10.72	
Presión de tramo (psi)	99.78	
PRESIÓN DE RAMAL (psi)	99.78	
CAUDAL RAMAL (gpm)	637.52	

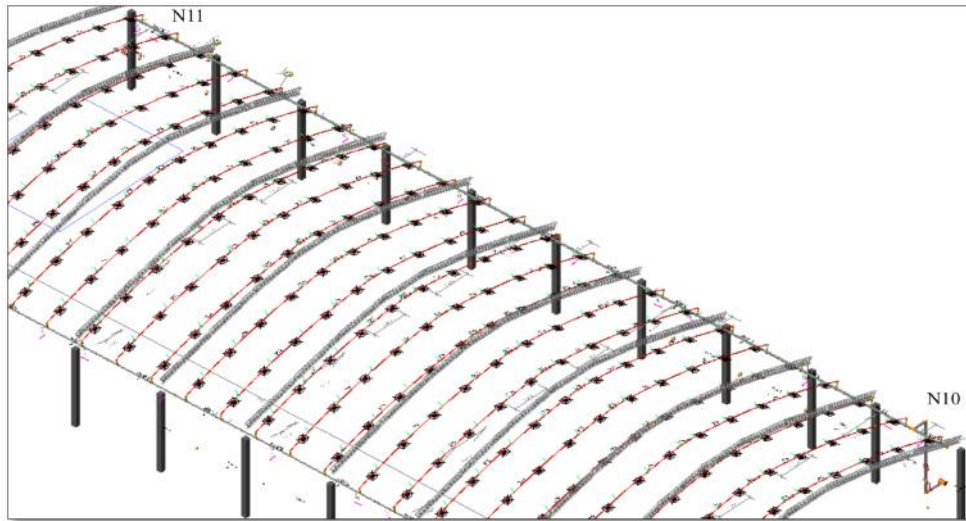
Elaborado por: Pablo Duque

Debido a la similitud en los tramos y ubicación de rociadores en los ramales dos y tres sus características no son mencionadas en este resumen.

2.3.3.2 Análisis del cabezal principal de distribución

El Tramo de *N11-N10*, corresponde al cabezal de alimentación del sistema de rociadores ubicado en el sentido longitudinal de la bodega, mostrado en la Figura 2.4. , este es el principal medio de transporte de agua hacia los ramales que se encuentra en sentido transversal, los accesorios que intervienen en la instalación son representados en la Tabla 2.4.

Figura 2.4. Cabezal principal de distribución diámetro 6''



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.4. Cálculo de pérdidas de presión del cabezal principal.

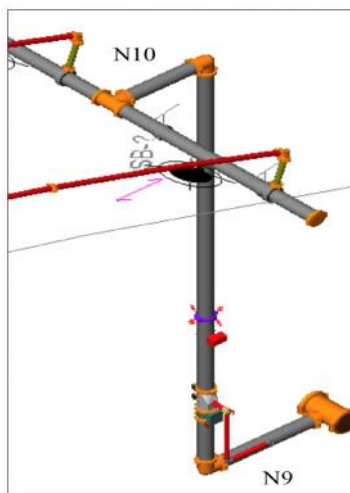
TRAMO N11-N10		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	Caudal de los tres ramales
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	26.20	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Diámetro (pulgadas)	6.281	Cabezal de distribución
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	256.47	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	206.47	
Longitud equivalente	50	Tee, cantidad: 3, diámetro: 2.5", longitud equivalente: 36. Codo 90°, cantidad: 1, diámetro :6", longitud equivalente: 14
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-0.822	
Diferencia de altura (pie)	-1.9	Nodo N11 : 25.52 ft, N10 : 23.62 ft
Presión anterior (psi)	99.78	
Presión debida a pérdidas (psi)	25.37	
Presión de tramo (psi)	125.15	

Elaborado por: Pablo Duque

2.3.3.3 Análisis del distribuidor del sistema de rociadores a base de agua

El Tramo de **N10-N9**, corresponde a secciones de tubería y un banco de válvulas con el cual controla el sistema de rociadores automáticos también denominado “riser” de distribución, se muestra en la Figura 2.5, los accesorios y elementos que representan pérdidas de presión son detallados en la Tabla 2.5.

Figura 2.5. Riser de distribución y control del sistema de rociadores



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.5. Cálculo de pérdidas de presión en el “riser” de distribución.

TRAMO N10-N9		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	9.69	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.10	
Diámetro (pulgadas)	6.281	Tubería 6" cédula 20
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	94.83	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	20.83	

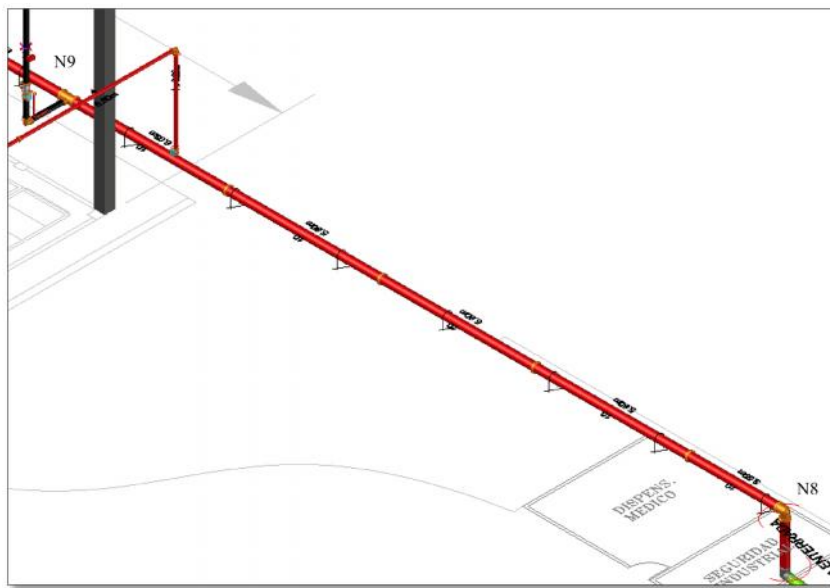
Longitud equivalente	74	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 6", longitud equivalente: 14. Válvula mariposa, cantidad: 1, diámetro: 6", longitud equivalente: 10. Válvula Check, cantidad: 1, diámetro 6", longitud equivalente: 32
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-9.44	
Altura (pie)	-21.82	Elevación N10 : 23.62 ft, N9 : 1.80 ft
Presión anterior (psi)	125.15	
Presión debida a pérdidas (psi)	0.24	
Presión de tramo (psi)	125.39	

Elaborado por: Pablo Duque

2.3.3.4 Análisis de la tubería principal de alimentación del sistema de extinción.

El Tramo de **N9-N8**, corresponde a una sección de tubería que alimenta al sistema de rociadores automáticos se muestra en Figura 2.6, los elementos que representan pérdidas de presión son ilustrados en la Tabla 2.6.

Figura 2.6. Sección de tubería principal de alimentación tramo N9-N8



Elaborado por: Pablo Duque

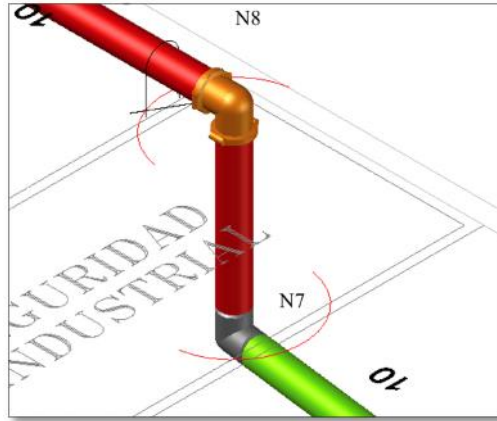
Tabla 2.6. Cálculo de pérdidas de presión tramo N9-N8 tubería principal.

TRAMO N9-N8		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	1.34	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	140.88	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	90.88	
Longitud equivalente (pie)	50	Tee, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 50
Pérdidas debidas a la altura (psi)	0.2120	
Altura (pie)	0.49	Elevación N9: 1.80 ft, N8: 2.29 ft
Presión anterior (psi)	125.39	
Presión debida a pérdidas (psi)	1.55	
Presión de tramo (psi)	126.94	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N8-N7**, corresponde a una sección de tubería enterrada se muestra en Figura 2.7. de la misma forma los cálculos se ilustran en la Tabla 2.7

Figura 2.7. Tramo de tubería enterrada



Elaborado por: Pablo Duque

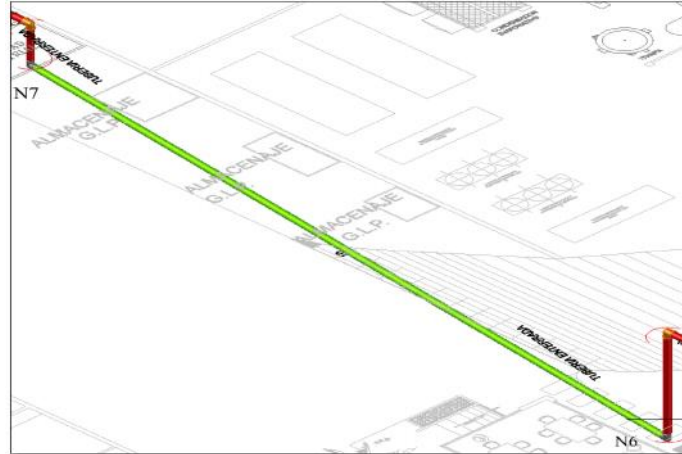
Tabla 2.7. Cálculo de pérdidas de presión del tramo N8-N7

TRAMO N8-N7		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	0.27	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	28.73	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	6.73	
Longitud equivalente (pie)	22	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22
Pérdidas debidas a la altura (psi)	3.121	
Altura (pie)	7.21	Elevación N8: 2.29 ft, N9: -4.92 ft
Presión anterior (psi)	126.94	
Presión debida a pérdidas (psi)	3.39	
Presión de tramo (psi)	130.34	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N7-N6**, corresponde a una sección de tubería enterrada se muestra en la Figura 2.8, los resultados del cálculo se describen en la Tabla 2.8.

Figura 2.8. Sección de tubería enterrada



Elaborado por: Pablo Duque

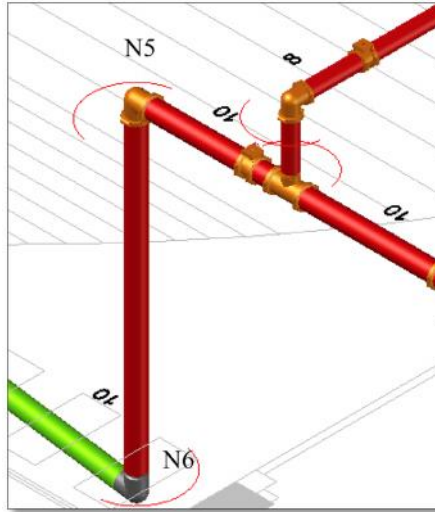
Tabla 2.8 Cálculo de pérdidas de presión de la sección enterrada N7 – N6

TRAMO N7-N6 TUBERÍA ENTERRADA		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	1.25	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Caudal (gpm)	1912.55	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	131.45	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	109.45	
Longitud equivalente (pie)	22	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22.
Pérdidas debidas a la altura (psi)	0.035	
Altura (pie)	0.08	Elevación N7: -4.92 ft, N6: -5.00 ft
Presión anterior (psi)	130.34	
Presión debida a pérdidas (psi)	1.28	
Presión de tramo (psi)	131.62	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N6-N5**, corresponde a una sección de tubería elevada mostrada en la Figura 2.9, los resultados se describen en la Tabla 2.9.

Figura 2.9 Sección de tubería elevada.



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.9 Cálculo de pérdidas de presión del tramo N6-N5

TRAMO N6-N5		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	0.37	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	39.39	Long. Equivalente + Long. Tubería.
Longitud de la tubería (pie)	17.39	
Longitud equivalente (pie)	22	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22.
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-7.561	
Altura (pie)	-17.47	Elevación N6 : -5.00 ft, N6 : 12.47 ft
Presión anterior (psi)	131.62	
Presión debida a pérdidas (psi)	-7.19	
Presión de tramo (psi)	124.43	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N5-N4**, corresponde a sección de tubería elevada mostrada en la Figura 2.10, las derivaciones no son parte de este análisis, los resultados se reflejan en la Tabla 2.10.

Figura 2.10 Sección de tubería elevada del sistema principal, tramo N5- N4.



Elaborado por: Pablo Duque

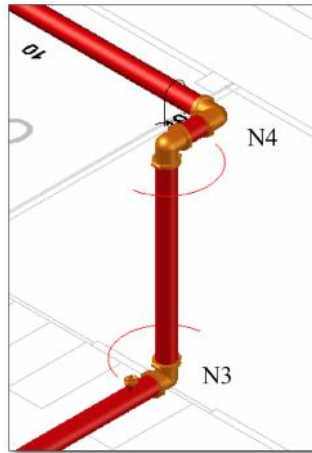
Tabla 2.10. Cálculo de pérdidas de presión en sección N5-N4

TRAMO N5-N4		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	1.76	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	185.39	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	63.39	
Longitud equivalente	122	Tee, cantidad: 2, diámetro: 10", longitud equivalente: 50. Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-	
Altura (pie)	-	Elevación N5 :12.47 ft, N4 :12.47 ft
Presión anterior (psi)	124.43	
Presión debida a pérdidas (psi)	1.76	
Presión de tramo (psi)	126.19	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N4-N3**, corresponde a tramo de tubería elevada mostrada en la Figura 2.11, la derivación no es parte de este análisis, los resultados se reflejan en la Tabla 2.11.

Figura 2.11 Sección vertical de tubería tramo N4-N3



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.11. Cálculo de pérdidas de presión en sección N4-N3

TRAMO N4-N3		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	0.31	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	33.15	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	11.15	
Longitud equivalente	22	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22
Pérdidas debidas a la altura (psi)	4.83	
Altura (pie)	11.16	Elevación N4 : 12.47 ft, N3 : 1.31 ft
Presión anterior (psi)	126.19	
Presión debida a pérdidas (psi)	5.15	
Presión de tramo (psi)	131.34	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de *N3-N2*, corresponde a una sección de la tubería principal mostrada en la Figura 2.12 los resultados del cálculo se reflejan en la Tabla 2.12.

Figura 2.12 Sección de tubería horizontal, tramo N3-N2



Elaborado por: Pablo Duque

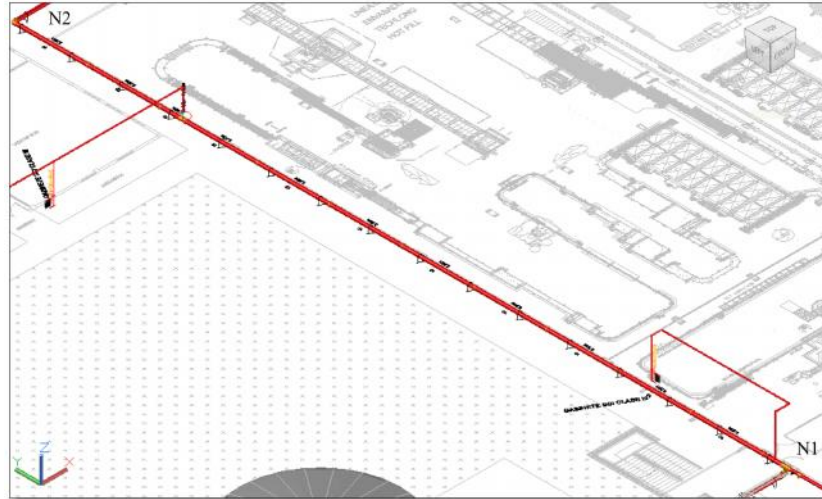
Tabla 2.12. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N3-N2

TRAMO N3-N2		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	0.57	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	59.99	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	37.99	
Longitud equivalente	22	Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-	
Altura (pie)	-	Elevación N2: 1.31 ft, N3: 1.31 ft
Presión anterior (psi)	131.34	
Presión debida a pérdidas (psi)	0.57	
Presión de tramo (psi)	131.91	

Elaborado por: Pablo Duque

- El Tramo de **N2-N1**, pertenece a la red de tuberías mostradas en la Figura 2.13, los resultados obtenidos del cálculo se muestran en la Tabla 2.13.

Figura 2.13 Sección de tubería de la línea principal, tramo N2-N3



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.13. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N2-N1

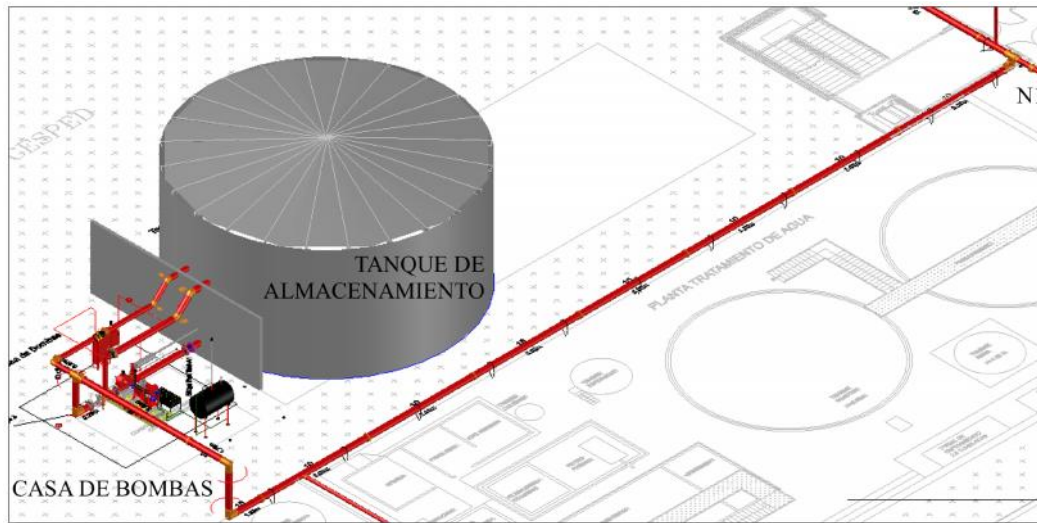
TRAMO N2-N1		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	2.61	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	Tubería 10" cédula 20
Coefficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	275.25	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	203.25	
Longitud equivalente	72	Tee, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 50. Codo 90°, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 22.
Pérdidas debidas a la altura (psi)	0.57	
Altura (pie)	1.31	Elevación N2: 1.31 ft, N1: 0.00 ft
Presión anterior (psi)	131.91	
Presión debida a pérdidas (psi)	3.18	
Presión de tramo (psi)	135.09	

Elaborado por: Pablo Duque

2.3.3.5 Análisis de la tubería principal y cuarto de bombas.

El tramo de *NI- BOMBA*, corresponde a la sección de tubería que se conecta con el sistema de bombeo se muestra en la Figura 2.14, el resultado del cálculo se muestra en la Tabla 2.14.

Figura 2.14 Sección de tubería principal de alimentación



Elaborado por: Pablo Duque

Tabla 2.14. Cálculo de pérdidas de presión en tramo N1- BOMBA

TRAMO N1-BOMBA		
PARÁMETRO	VALOR	OBSERVACIONES
Caudal (gpm)	1912.55	
Pérdidas debidas a la fricción (psi)	3.25	Por la longitud total
Pérdidas por pie de tubería (psi/pie)	0.01	
Diámetro (pulgadas)	10.25	
Coeficiente de pérdidas C	120	Tabla 1.7
Longitud total de la tubería (pie)	341.88	Long. Equivalente + Long. Tubería
Longitud de la tubería (pie)	173.88	
Longitud equivalente	168	Tee, cantidad: 2, diámetro: 10", longitud equivalente: 50. Codo 90°, cantidad: 2, diámetro: 10", longitud equivalente: 22. Válvula mariposa, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 19. Válvula check, cantidad: 1, diámetro: 10", longitud equivalente: 55.
Pérdidas debidas a la altura (psi)	-	
Altura (pie)	-	
Presión anterior (psi)	135.09	
Presión debida a pérdidas (psi)	3.25	
<i>Presión de tramo (psi)</i>	<i>138.34</i>	<i>Presión a la descarga de la bomba,</i>
<i>Caudal total</i>	<i>2162.55</i>	<i>gpm, estimados incluye 250 gpm de manguera adicional</i>

Elaborado por: Pablo Duque

Con los datos obtenidos en la Tabla 2.14 se tiene que la presión requerida en el sistema es 138 *psi* (9.702 kgf/cm²) a una capacidad correspondiente a 2163 *gpm*. (8 187.84 l/min).

2.3.4 Comprobación del cálculo hidráulico.

Mediante el uso de software de Ingeniería podemos constatar que el cálculo realizado tiene diferencias debido a la exactitud que ofrece el programa, los parámetros de comprobación se muestran desde el anexo siete al anexo número diez. La diferencia es el 6.15 % entre los valores de presión en la descarga, 130 *psi* se obtuvo por uso de software y 2207.55 *gpm* de caudal requerido, la diferencia es 2.04 %.

Para lo cual se selecciona la bomba principal teniendo en cuenta el tipo de impulsión si es por motor eléctrico o motor de combustión a diésel.

2.4 Selección del equipo de bombeo

2.4.1 Bomba principal

Se provee un equipo de bombeo de agua a presión al sistema de protección contra incendios siguiendo los lineamientos establecidos por NFPA-20, listada UL, aprobada FM. Parte integral del sistema de bombeo será: una (1) bomba principal de tipo centrífuga tipo horizontal carcasa partida – con succión positiva según lo exige NFPA 20, con una capacidad nominal de 2000 *gpm* a 155 *psi*.

La unidad está diseñada para descargar no menos del 150% de la capacidad nominal a mínimo un 65% de la presión nominal. La selección realizada es basada sobre el listado ilustrado en la Figura 2.15 y la curva correspondiente de la bomba se muestra en la Figura 2.16 la misma que corresponde al modelo de AURORA 8-481-21.

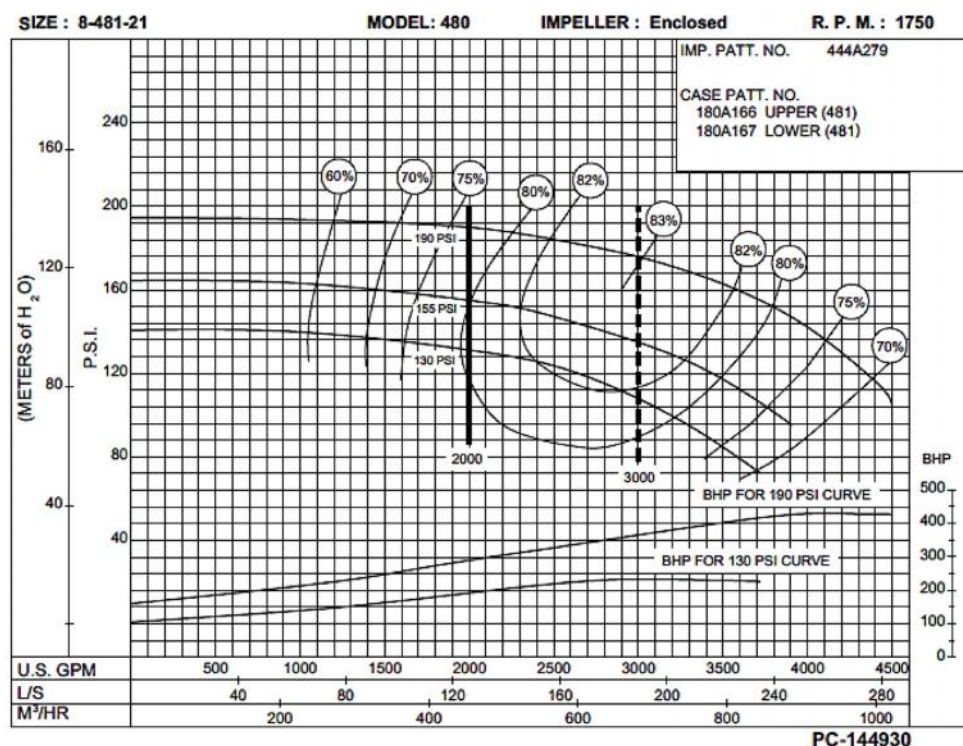
En planos de casa de bombas y tanque de almacenamiento de agua se considera dejar el espacio necesario y las conexiones respectivas para a futuro instalar una bomba principal de similares características que también será parte del sistema de protección, esto por requerimiento aseguradoras como “FM Global”.

Figura 2.15 Tamaño bombas centrífugas horizontal a diferentes velocidades.

Diesel Driven				
Flow	Pressure		Speed (RPM)	Pump Size and Model
	(psi)	(TDH)		
2000 GPM	125	289	1460	8-481-21
			1460	8-481-24
			1750	6-481-18C
			1750	6-481-20
			1750	8-481-17B
			2100	6-481-15B
			2300	6-491-14A
	130	300	1460	8-481-21
			1460	8-481-24
			1750	6-481-18C
			1750	6-481-20
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
			2300	6-491-14A
	135	312	1460	8-481-21
			1460	8-481-24
			1750	6-481-18C
			1750	6-481-20
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
			2300	6-491-14A
	140	323	1460	8-481-24
			1460	8-481-24
			1750	6-481-20
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
			2300	6-491-14A
	145	335	1460	8-481-24
			1750	6-481-20
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
			2300	6-491-14A
	150	347	1460	8-481-24
			1750	6-481-20
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
			2300	6-491-14A
	155	358	1460	8-481-24
			1750	6-491-19A
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C
	160	370	1460	8-481-24
			1750	8-481-21
			2100	6-491-18C

Fuente: (PENTAIR, 2015)

Figura 2.16. Curva de bomba centrífuga horizontal



Fuente: (PENTAIR, 2015)

2.4.2 Motor

El tipo de motor seleccionado se muestra en la Figura 2.18, es de combustión, listado por UL / aprobado por FM. Responde a uno de los modelo ilustrados en la Figura 2.17, con arranque eléctrico consta de un alternador de carga y un sistema de intercambiador de calor ensamblado con filtros tipo malla, manómetros, reductores de presión, una válvula solenoide y línea de bypass utilizada en el sistema de enfriamiento del motor con entrada de agua desde la descarga de la bomba.

Se debe contar con baterías del tipo “lead acid” y “heavy duty”, un conector flexible para el escape y un silenciador del tipo industrial, además sistema de precalentador de aceite.

Figura 2.17. Rangos de motores aprobados UL / FM (BHP / KW)

DQ6H MODEL ◆λ	RATED SPEED					
	1470		1760		2100	
DQ6H-UFAA48	240	179				
DQ6H-UFAA50					340	254
DQ6H-UFAA60			345	257	360	269
DQ6H-UFAA88			375	280		
DQ6H-UFAA98	300	224	410	306		

Fuente: (CLARKE, 2013)

Figura 2.18. Motor de combustión para impulsión de bomba contra incendios.



Fuente: (CLARKE, 2013; American Fire Protection Group, 2014)

2.4.3 Controlador

Se requiere un controlador listado UL (Underwriters Laboratories) y aprobado FM (Factory Mutual Research Corporation) para motores a diésel de contra incendio y en concordancia con NFPA 20 y NFPA 70. El controlador arrancará el motor automáticamente en caso de pérdida de presión en el sistema y parar únicamente en forma manual. Dispondrá de un contador registrar las prueba semanal es como estándar del equipo. El controlador dispondrá de un cargador de batería capaz de

restaurar el 100 % de la energía a las baterías dentro de 24 horas. El tablero dispondrá de un cerramiento NEMA 2.

El controlador dispondrá de las siguientes alarmas de supervisión:

Problema del motor, sobre velocidad, baja presión de aceite, alta temperatura del agua de enfriamiento, falla en el arranque del motor, falla de energía del cargador de batería, posición del switch principal (manual, automático), arranque de la bomba.

2.4.4 Sistema de combustible

Se debe contar un tanque de combustible según UL 142 de 500 galones con indicadores de nivel incluyendo conectores flexibles para el motor y accesorios de conexión para el tanque. La elevación del tanque deberá ser al menos la elevación de la entrada de combustible en el motor. El tanque debe ser instalado de tal forma que asegure una inclinación de 21 mm/m hacia el lado de la succión del motor. Las líneas de combustible no deberán ser de hierro galvanizado. En anexo se muestra tanque de combustible de pared simple ocupado para almacenamiento de diésel.

2.4.5 Sistema de presión constante

Consta de un sistema de presión constante (bomba jockey) del tipo centrífuga vertical multi-etapa con una capacidad nominal cuyas capacidades y rangos de presión viene determinados con el fin de no solventar la descarga que se pueda tener por un rociador. 20 *gpm* a 160 *psi*. Incluye también un controlador para bomba jockey para manejar 3/60/220V con fusible de desconexión. El controlador deberá tener un cierre tipo NEMA 2.

2.4.6 Líneas piloto

Por medio de las líneas pilotos independientes para la bomba principal y jockey de acuerdo a NFPA 20, se censa la presión que existente en el sistema, para poder realizar el encendido en caso de que el sistema pierda presión. Las líneas piloto deberán ser de cobre y deberán ser conectadas en la descarga de cada bomba aguas debajo de las válvulas check respectivas y se conectan a los respectivos controladores para que por medio de la válvula solenoide se activen los equipo.

2.4.7 Válvulas seccionadoras y de retención de flujo (check)

Las válvulas de compuerta, check y de mariposa son listadas para uso contra incendio. Las válvulas seccionadoras se instalan en lugares visibles y operables, son del tipo vástago ascendente (OS&Y) o de mariposa con un dispositivo que muestre la posición de la válvula. La válvula de retención o tipo check debe encontrarse a la descarga de la bomba, con el fin de mantener el sistema presurizado.

CAPÍTULO III

3 COSTOS

Introducción

El objetivo de este capítulo es determinar que recursos van a ser empleados en la construcción del proyecto, que rubros son los necesarios para tener un sistema de extinción de incendios adecuado y funcional. Para este análisis se debe cotizar los materiales e insumos de la forma más concisa posible; debido a que los elementos a instalar deben contar con certificaciones y aprobaciones se debe requerir las cotizaciones de proveedores nacionales y extranjeros.

3.1 Análisis de costos directos

En la realización del diseño del sistema de extinción tenemos distintos rubros dentro de los cuales se pueden enlistar los siguientes:

3.1.1 Costo de materia prima

Los rubros que se ilustran en la Figura 2.19 los valores responden a cotizaciones realizadas tanto a proveedores nacionales como extranjeros, las mismas que se encuentran en lo anexos.

3.1.2 Costos de mano de obra

Los costos de mano de obra se consideran al costo de preparación o fabricación de cada rubro y el montaje de los mismos. Los valores que se exponen en la Figura 2.20.

3.2 Análisis de costos indirectos

A este tipo de costos no se los asigna únicamente a una unidad o rubro. Sino a criterios más generales que dependen del tipo de producción. Como el gasto de electricidad, agua, climatización, insumos, alojamiento, transporte etc. del proceso de fabricación y montaje. Los valores de referencia se adjuntan en anexos.

Figura 2.19. Rubros de materiales y equipos

LISTADO DE EQUIPOS Y MATERIALES FECHA: 19/03/2015			BODEGA PRODUCTO TERMINADO SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS			
ITEM	DESCRIPCION	DIAMETRO	CANTIDAD	UNID.	PRECIO MATERIAL UNITARIO	TOTAL USD
1	Sprinkler Tipo Pendent, ESFR, 1" orificio, 214° F, Bronce. K25.5 Tubería Negra ASTM A53 o ASTM A795, Gr B, BK, sin costura	1	240	U	\$42.92	\$10,300.80
2	Tubería cédula 40	1	6	m	\$5.05	\$30.31
3	Tubería cédula 40	1½	13	m	\$9.01	\$117.19
4	Tubería cédula 40	2	3	m	\$16.98	\$50.95
5	Tubería cédula 20	2 1/2	768	m	\$21.14	\$16,237.89
6	Tubería cédula 20	4	74	m	\$29.89	\$2,211.79
7	Tubería cédula 20	6	88	m	\$60.10	\$5,289.11
	Tapones					
8	Tapa ranurada	6	1	u	\$8.92	\$8.92
9	Tapa ranurada	4	2	u	\$9.01	\$18.03
10	Tapa roscada	2	1	u	\$4.51	\$4.51
	Acoples rígidos					
11	Acople rígido ranurado	2½	144	u	\$13.84	\$1,992.28
12	Acople rígido ranurado	4	16	u	\$13.65	\$218.48
13	Acople rígido ranurado	6	27	u	\$23.79	\$642.46
	Acoples ranurados					
14	Acople flexible ranurado	6	2	u	\$23.79	\$47.59
	Reducciones ranuradas y adaptadores					
15	Reducción concéntrica ranurada	8x6	1	u	\$56.33	\$56.33
	Codos ranurados					
16	Codo ranurado 90°	6	3	u	\$56.33	\$169.00
17	Codo 90° ranurado	2½	48	u	\$4.55	\$218.48
	Tee ranurada					
18	Tee ranurada	6	1	u	\$146.46	\$146.46
	Universal					
19	Universal	1	1	u	\$6.76	\$6.76
	Tee mecánica roscada					
20	Tee mecánica con salida roscada	4 x 2	24	u	\$70.79	\$1,698.90
21	Tee mecánica con salida ranurada	6 x 2 1/2	24	u	\$40.56	\$973.43
	Sensores de flujo					
22	Sensor de flujo similar a POTTER	6x 2	1	u	\$164.24	\$164.24
	Valvulas					
23	Válvula tipo Check ranurada UL/FM	6	1	u	\$657.65	\$657.65
24	Válvula Supervisada tipo Mariposa ranurada UL/FM	6	1	u	\$513.99	\$513.99
25	Válvula angular tipo compuerta roscada	2	1	u	\$25.89	\$25.89
26	Kit de instalación y manómetros con glicerina caratula 2"	1/4	1	u	\$75.63	\$75.63
	Líneas de prueba / purga - T&D - UL/FM					
27	Válvula para prueba y drenaje Test & Drain	1"	1	U	\$314.33	\$314.33
	Soporte tipo sísmico - LONGITUDINAL - similar a CADDY - figura CSBEZU - UL listed/ FM					
28	diam 6 plg,		5	U	\$125.51	\$627.56
29	diam 3 plg,		4	U	\$79.83	\$319.32
	Soporte tipo sísmico - LATERAL - similar a CADDY - figura CSBEZU - UL listed/ FM					
30	diam 6 plg,		10	U	\$125.51	\$1,255.12
31	diam 3 plg,		7	U	\$79.83	\$558.82
	Soporte tipo Clevis - trabajo pesado - UL/FM:					
32	diam 6 plg,		22	U	\$21.60	\$475.29
33	diam 4 plg,		18	U	\$19.60	\$352.87
34	diam 2 1/2" plg,		192	U	\$15.31	\$2,939.90
35	diam 1 1/2 plg,		5	U	\$14.24	\$71.20
	Pintura para tuberías con fondo anticorrosivo y esmalte					
36	Pintura para tuberías con fondo anticorrosivo y esmalte		952	m	\$3.18	\$3,027.36
					SUBTOTAL - USD	\$48,791.47
					IVA - 12% - USD	\$5,854.98
					TOTAL - USD	\$54,646.45

Elaborado por: Pablo Duque

Figura 2.20. Rubros de mano de obra

LISTADO DE MANO DE OBRA FECHA: 19/03/2015			BODEGA PRODUCTO TERMINADO SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS			
ITEM	DESCRIPCION	DIAMETRO	CANTIDAD	UNID.	PRECIO	
					MANO DE OBRA	TOTAL USD
1	Sprinkler Tipo Pendent, ESFR, 1" orificio, 214° F, Bronce. K25.2 Tubería Negra ASTM A53 o ASTM A795, Gr B, BK, sin costura	1	240	U	\$9.75	\$2,339.14
2	Tubería cédula 40	1	6	m	\$2.32	\$13.92
3	Tubería cédula 40	1½	13	m	\$3.80	\$49.40
4	Tubería cédula 40	2	3	m	\$4.80	\$14.40
5	Tubería cédula 20	2 1/2	768	m	\$5.22	\$4,008.96
6	Tubería cédula 20	4	74	m	\$6.96	\$515.04
7	Tubería cédula 20	6	88	m	\$9.75	\$858.00
	Tapones					
8	Tapa ranurada	6	1	u	\$2.35	\$2.35
9	Tapa ranurada	4	2	u	\$1.85	\$3.70
10	Tapa roscada	2	1	u	\$0.75	\$0.75
	Acoples rígidos					
11	Acople rígido ranurado	2½	144	u	\$3.25	\$468.00
12	Acople rígido ranurado	4	16	u	\$3.90	\$62.42
13	Acople rígido ranurado	6	27	u	\$3.75	\$101.25
	Acoples ranurados					
14	Acople flexible ranurado	6	2	u	\$3.75	\$7.50
	Reducciones ranuradas y adaptadores					
15	Reducción concéntrica ranurada	8x6	1	u	\$16.10	\$16.10
	Codos ranurados					
16	Codo ranurado 90°	6	3	u	\$9.75	\$29.25
17	Codo 90° ranurado	2½	48	u	\$2.30	\$110.42
	Tee ranurada					
18	Tee ranurada	6	1	u	\$6.80	\$6.80
	Universal					
19	Universal	1	1	u	\$2.76	\$2.76
	Tee mecánica roscada					
20	Tee mecánica con salida roscada	4 x 2	24	u	\$8.30	\$199.20
21	Tee mecánica con salida ranurada	6 x 2 1/2	24	u	\$9.25	\$222.00
	Sensores de flujo					
22	Sensor de flujo similar a POTTER	6x 2	1	u	\$8.75	\$8.75
	Valvulas					
23	Válvula tipo Check ranurada UL/FM	6	1	u	\$22.00	\$22.00
24	Válvula Supervisada tipo Mariposa ranurada UL/FM	6	1	u	\$21.00	\$21.00
25	Válvula angular tipo compuerta roscada	2	1	u	\$8.60	\$8.60
26	Kit de instalación y manómetros con glicerina caratula 2"	1/4	1	u	\$18.00	\$18.00
	Líneas de prueba / purga - T&D - UL/FM					
27	Válvula para prueba y drenaje Test & Drain	1"	1	U	\$13.65	\$13.65
	Soporte tipo sísmico - LONGITUDINAL - similar a CADDY - figura CSBEZU - UL listed/ FM					
28	diam 6 plg,		5	U	\$8.50	\$42.50
29	diam 3 plg,		4	U	\$8.25	\$33.00
	Soporte tipo sísmico - LATERAL - similar a CADDY figura CSBEZU - UL listed/ FM					
30	diam 6 plg,		10	U	\$8.50	\$85.00
31	diam 3 plg,		7	U	\$8.25	\$57.75
	Soporte tipo Clevis - trabajo pesado - UL/FM:					
32	diam 6 plg,		22	U	\$5.80	\$127.60
33	diam 4 plg,		18	U	\$5.80	\$104.40
34	diam 2 1/2" plg,		192	U	\$4.75	\$912.00
35	diam 1 1/2 plg,		5	U	\$4.60	\$23.00
	Pintura para tuberías con fondo anticorrosivo y esmalte					
36	Pintura para tuberías con fondo anticorrosivo y esmalte		952	m	\$1.38	\$1,313.76
					SUBTOTAL - USD	\$11,822.37
					IVA - 12% - USD	\$1,418.68
					TOTAL - USD	\$13,241.05

Elaborado por: Pablo Duque

Figura 2.21. Descripción de costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS				
FECHA: 19/03/2015				
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	PERSONAL OBRA			5,788.50
	Viáticos			
A1	Viáticos por persona personas 5 Número de días 20	100	9.00	900.00
	Compra de herramienta de ayuda / Equipos para instalación de tubería.			
A2	Maquinaria para roscar y ranurar tubería varios diámetros.	1	3,000.00	3,000.00
A3	Grúa para subir tubería	0	3,870.00	0.00
A4	Sogas y cabos para elevación de tubería.	5	36.00	180.00
A5	Discos de corte y cortadora	1	174.60	174.60
A6	Copa sierra para taladro	1	289.00	289.00
A7	Equipo de soldadura	1	480.00	480.00
A8	Herramienta menor	2	250.00	500.00
A9	Nivel láser	1	98.00	98.00
	Cuidados del personal			
A10	Botellones de agua.	18	2.85	51.30
A11	Refrigerio	50	1.40	70.00
A12	Elementos de aseo personal.	12	3.80	45.60
B	PERSONAL ADMINISTRATIVO			8,199.00
	Transporte			
B1	Ingenieros	2	120.00	240.00
B2	Gerencia	2	120.00	240.00
B3	Ingenieros residentes en Guayaquil.	50	7.00	350.00
	Viáticos			
B4	Viáticos por alojamiento Personas 1 Número de meses 1	1	400.00	400.00
B5	Alimentación por persona Personas 2 Número de días 28	56	6.00	336.00
	Costos por comunicación			
B6	Llamadas telefónicas e internet	2	120.00	240.00
	Costos de oficina de obra.			
B7	Muebles de oficina	1	400.00	400.00
B8	Archivadores	2	10.00	20.00
B9	Elementos para oficina	1	78.00	78.00
B10	Plotter de obra	0.2	1,200.00	240.00
B11	Impresora, copiadora	0.1	500.00	50.00
	Costos de oficina central.			
B13	Archivadores	2	10.00	20.00
B14	Seguridad Industrial	1	300.00	300.00
B15	IESS / afiliación y liquidación del personal	5	425.00	2,125.00
	Sueldos			
B16	Gerente de proyecto	1	1,900.00	1,900.00
B17	Residente de obra	1	870.00	870.00
B18	Bodeguero y limpieza	1	390.00	390.00
SUBTOTAL (A+B)				13,987.50
OFERTA				60,613.00
% INDIRECTOS				0.23

Elaborado por: Pablo Duque

CONCLUSIONES

- Se debe analizar con detalle el área a proteger considerando el riesgo, tipo de mercadería, envoltura y las diferentes formas de apilamiento que se disponen de esta información depende el tipo de extinción seleccionada.
- Se comprobó que el objetivo principal de diseñar un sistema de extinción a base de agua, es factible a medida que se lo realice mediante cálculo hidráulico y no con método de selección por tablas por su falta de exactitud.
- Programas de simulación como AutoSprink V10. se aplicaron como herramienta tecnológica al momento de la comprobación del dimensionamiento del sistema de tuberías debido a la facilidad de realizar iteraciones, verificando las velocidades del fluido que no excedan en tubería enterrada de 24 *fps* (7.31 *m/s*) y en tubería elevada de 32 *fps* (9.75 *m/s*).
- El listado de materiales ilustrado en el capítulo de costos demuestra que se prevé los accesorios justos y la cantidad de tubería aproximada en sus diferentes diámetros esto con la intención de reducir la adquisición excesiva de materiales también y poder instalar el sistema conforme al diseño.
- Los costos del proyecto deben ser analizados con el fin de obtener la mejor utilidad posible sin elevar los precios ante el cliente, se debe considerar las especificaciones requeridas por normativa al momento de adquirir accesorios y tubería para el sistema.

- Con los datos obtenidos se tiene que los valores requeridos para el sistema de rociadores de la bodega de producto terminado es: presión 138 *psi* y una capacidad de 2163 *gpm*. Al comprobar los resultados se muestra una diferencia de exactitud al 6.40 % en presión, 129.7 *psi* se obtuvo por uso de software y en caudal se obtuvo 2207.55 *gpm*, la diferencia en este caso es de 2.04 %.

RECOMENDACIONES

- Debido al avance tecnológico de las Ingenierías se dispone de software que nos ayudan a comprobar y contabilizar los elementos de forma rápida y efectiva, generando un adecuado estudio dimensional de las tuberías y equipos ocupados en los sistemas de protección.
- Al momento de realizar la instalación del sistema de tuberías propuesto se deberá tener en cuenta el tipo de uniones entre tuberías y también accesorios el proceso de ranurado, roscado o soldadura a realizar sea el adecuado y se encuentre dentro de los parámetros establecidos por normativa.
- Los mantenimientos preventivos que se debe realizar al sistema se lo debe ejecutar tanto de forma visual y a nivel de piso a los rociadores automáticos, en los bancos de válvulas se debe seguir lo ya establecido en normativa, de la misma manera en cuarto de bombas.
- Con el fin de poder comprobar los diseños contra incendios y la capacidad de extinción para los cuales están propuestos se debería considerar el disponer de laboratorios para poder efectuar pruebas térmicas de los distintos materiales existentes.
- Las pruebas de comisionamiento o entrega deben estar relacionadas con el diseño hidráulico, y la comprobación de parámetros como la presión, caudal en gabinetes, casa de bombas, riser de alimentación y válvulas de prueba y drenaje.

LISTA DE REFERENCIAS

Universidad Politécnica de Valencia. (2013). *Contenido de un extintor*. Retrieved 09 de Febreo de 2015 from Comisiones obreras del país de Valecia:
http://www.upv.es/ccoo/Salud_Laboral/Extintor/g5conten.htm

Victaulic Company. (2015). *Productos y materiales*. Retrieved 13 de febrero de 2015 from VICTAULIC: <http://es.victaulic.com/en/products-services/products/?page=1>

VIKING Trusted above all. (2015). *Products - Viking Fire Sprinklers*. Retrieved 10 de marzo de 2015 from VIKING: <http://www.vikingcorp.com>

American Fire Protection Group. (10 de Abril de 2014). *Early suppression fast response*. From American Fire Protection Group: <http://www.afpgusa.com/esfr.php>

Baja Design Engineering. (14 de Noviembre de 2014). *Rociadores ESFR*. From Baja Design Engineering: <http://globalmechanical.com.mx/web/boletines/boletin7.pdf>

CLARKE. (2013). From CLARKE FIRE:
<http://www.clarkefire.com/PRODUCTS/products-.aspx>

Duncan, J. (2001). *Sistemas de protección contra incendios*. Chicago, IL, EEUU: ASPE.

Internet Software Maps 1.0. (2013).

National Fire Protection Association 22. (2013). *Standard for Water Tanks for Private Fire Protection*. Quincy, MA, EEUU: NFPA.

National Fire Protection Association 13. (2013). *Automatic Sprinkler Systems Handbook*. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association 13. (2007). Microbiologically Influenced Corrosion in Fire Sprinkler Systems. In *Automatic Sprinkler Systems Handbook* (p. 955). Quincy, MA, EEUU: NFPA.

National Fire Protection Association 14. (2013). *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*. Quincy, MA: NFPA.

National Fire Protection Association 20. (2013). *Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. Quincy, MA, EEUU: NFPA.

National Fire Protection Association. (2012). *NFPA 13: Norma para la instalación de sistemas de rociadores*. Quincy, MA, EEUU: NFPA.

Nolan, D. (1998). *Fire Fighting Pumping Systems At Industrial Facilities*. Westwood, NJ: Noyes Publications.

PENTAIR. (2015). Retrieved 20 de 03 de 2015 from AURORA PUMP SELECTION:

http://www.aurorapump.com/EngineeredProduct_FirePumpSplitCase_Diesel.aspx

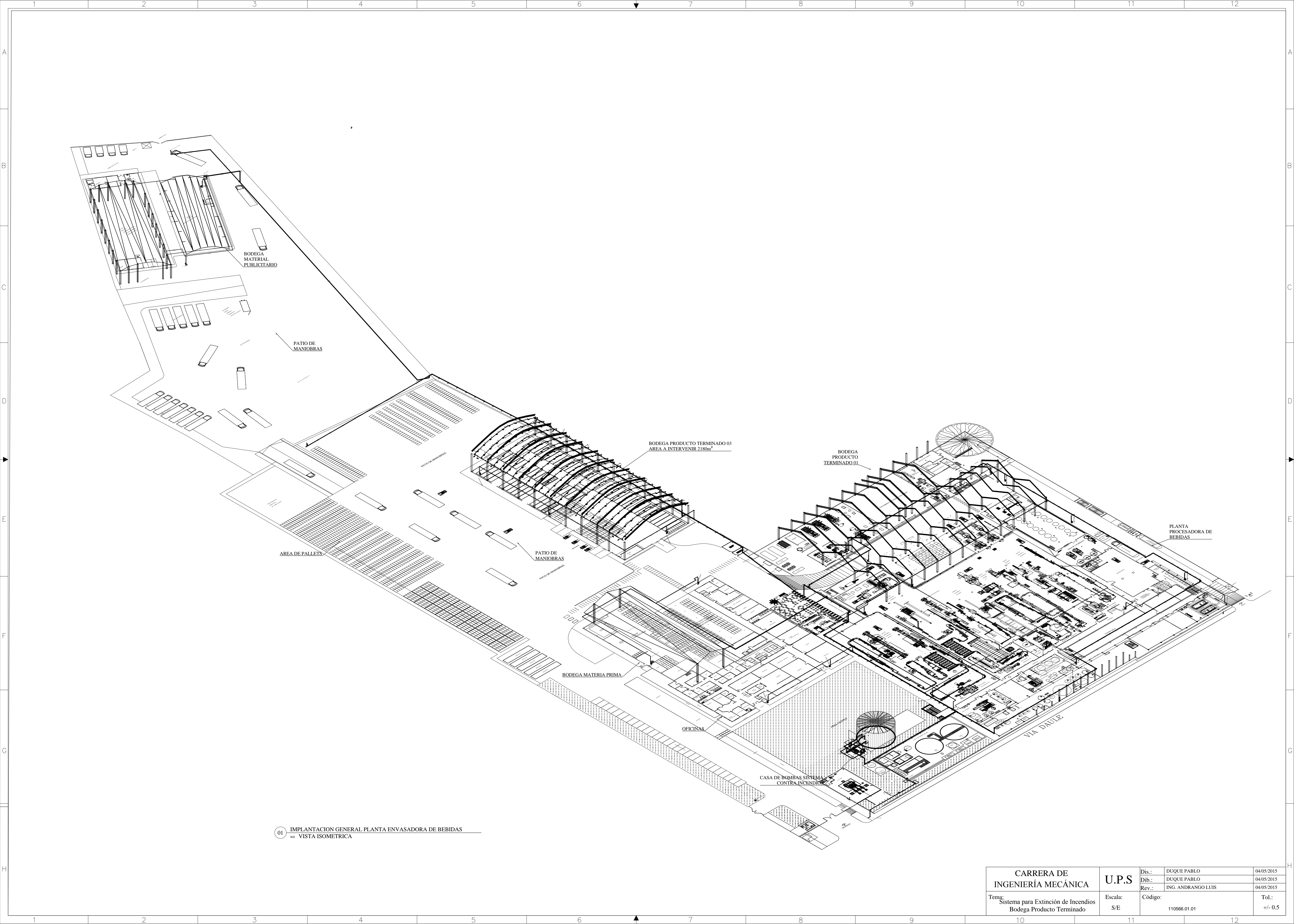
TYCO Fire Protection Products. (15 de Enero de 2010). *The fundamentals of fire extinguishment*. Retrieved 12 de Marzo de 2015 from ANSUL:

<http://www.ansul.com/en/us/DocMedia/F-7377.pdf>

PLANOS

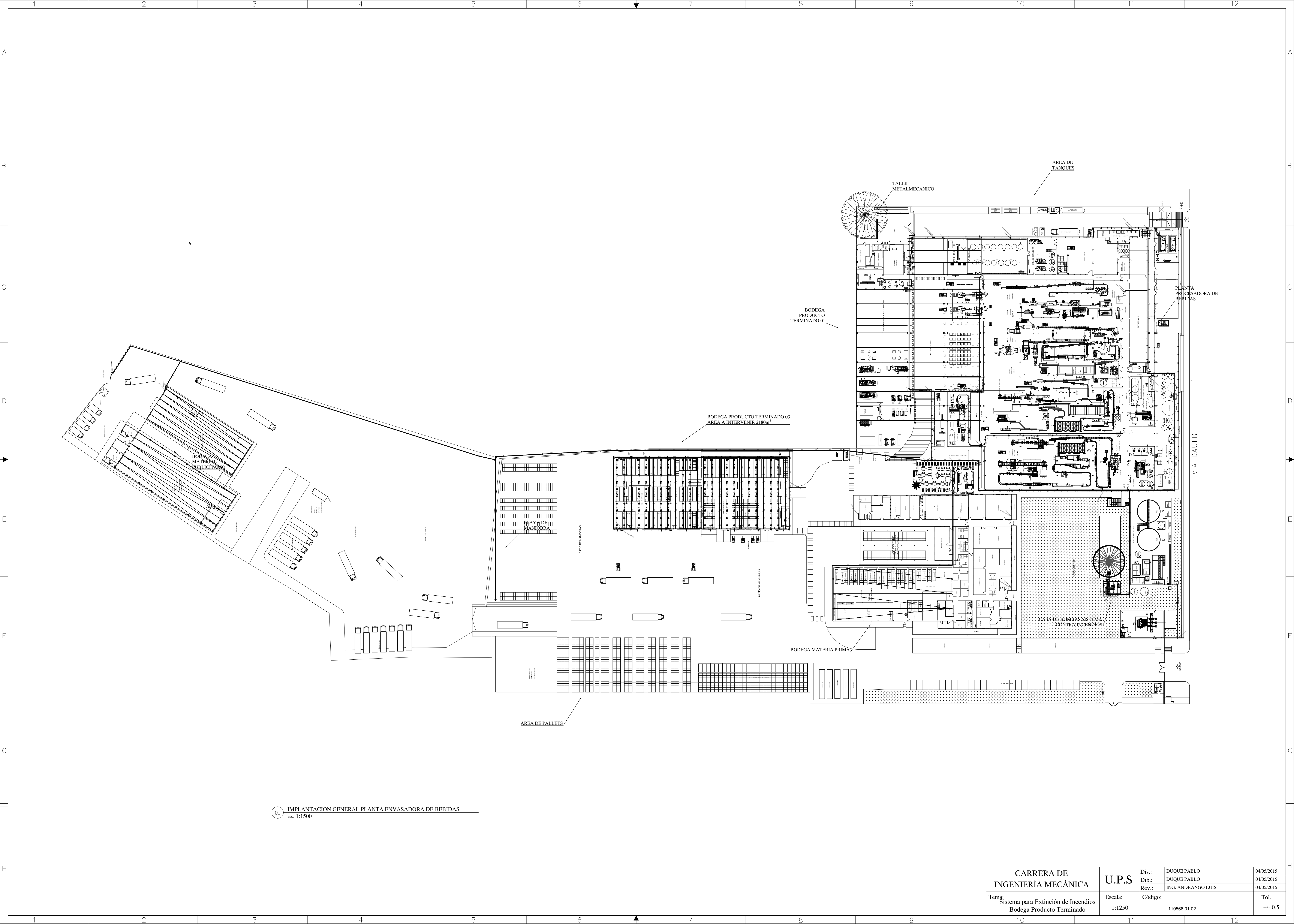
Sistema para extinción de incendios bodega producto terminado.

- Vista isométrica implantación general planta envasadora de bebidas.....01.01.
- Vista superior implantación general planta envasadora de bebidas01.02.
- Vista superior implantación bodega producto terminado.....02.01.
- Vista isométrica implantación bodega producto terminado.....02.02.
- Vista superior casa de bombas sistema contra incendios.....03.01.
- Corte A-A' casa de bombas sistema contra incendios.....03.02.
- Corte B-B' casa de bombas sistema contra incendios.....03.03.
- Tanque para almacenamiento de agua sistema contra incendios.....03.04.



01 IMPLANTACION GENERAL PLANTA ENVASADORA DE BEBIDAS
VIA VISTA ISOMETRICA
















CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	U.P.S	Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
		Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
		Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
Tema: Sistema para Extinción de Incendios Bodega Producto Terminado	Escala: S/E	Código: 110566.01.01	Tol.: +/- 0.5	



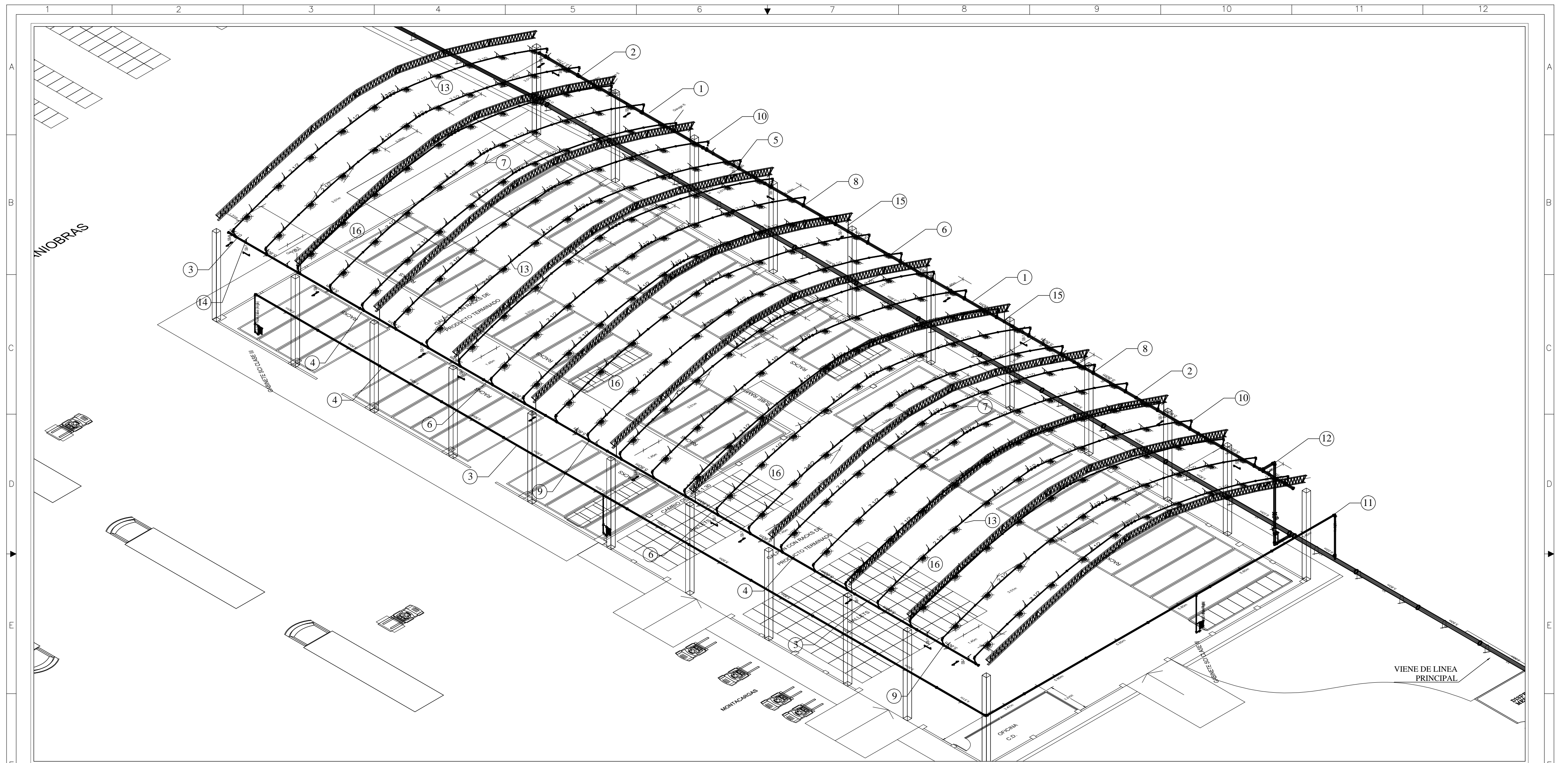
01 IMPLANTACION GENERAL PLANTA ENVASADORA DE BEBIDAS
ESC: 1:1500

CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	U.P.S	Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
		Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
		Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
		Código:	110566.01.02	
Temg: Sistema para Extinción de Incendios Bodega Producto Terminado	Escala: 1:1250	Tol.: +/- 0.5		



SIMBOLOGÍA	
	RISER (ALIMENTADOR PRINCIPAL)
	HOSE CABINET CLASS 2, 1.5"x100R (GABINETE DE MANGUERA INTERIOR CLASE2)
	BUTTERFLY MODEL BVF-N (VALVULA DE MARIPOSA MODELO BVF-N)
	WATER MOTOR ALARM VALVE (VALVULA DE ALARMA)
	LATERAL SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACIÓN LATERAL)
	FOUR-WAY SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACIÓN DE CUATRO VIAS)
	LONGITUDINAL SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACIÓN LONGITUDINAL)
	HANGER (COLGADOR)
	STEEL PIPE UNDERGROUND (TUBERIA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO ENTERRADA)
	STEEL PIPE TUBERIA DE ACERO
	RIGID COUPLING (COPLÉ RÍGIDO)
	COUPLING FLEXIBLE (COPLÉ FLEXIBLE)
	90° ELBOW GROOVED (CODO 90° RANURADO)
	GROOVED CONCENTRIC REDUCER (REDUCTOR CONCÉNTRICO RANURADO)
	GROOVED TEE (TEE RANURADA)
















16	Rociador automático tipo ESFR, K25.2, 200°F	240	NFPA 13- 2013	TYCO	Ø 1"
15	Soporte tipo colgador	24	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 6"
14	Soporte tipo colgador	21	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 4"
13	Soporte tipo colgador	240	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 2 1/2"
12	Codo 90° ranurado	2	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 6"
11	Codo 90° ranurado	2	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 4"
10	Codo 90° ranurado	49	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 2 1/2"
9	Tee mecánica salida ranurada	25	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 4"x Ø2 1/2"
8	Tee mecánica salida ranurada	24	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 6"x Ø2 1/2"
7	Acople flexible ranurado	72	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 2 1/2"
6	Tubería acero cédula 40	814 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 2 1/2"
5	Acople rígido ranurado	242	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 2 1/2"
4	Acople rígido ranurado	18	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 4"
3	Tubería acero cédula 40	70.38 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 4"
2	Acople rígido ranurado	22	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 6"
1	Tubería acero cédula 40	76.53 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 6"
Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		U.P.S	Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
Tema:	Escala:	Código:	Tol.:		
Sistema para Extinción de Incendios	1:150	110566.02.01	+/- 0.5		
Bodega Producto Terminado					



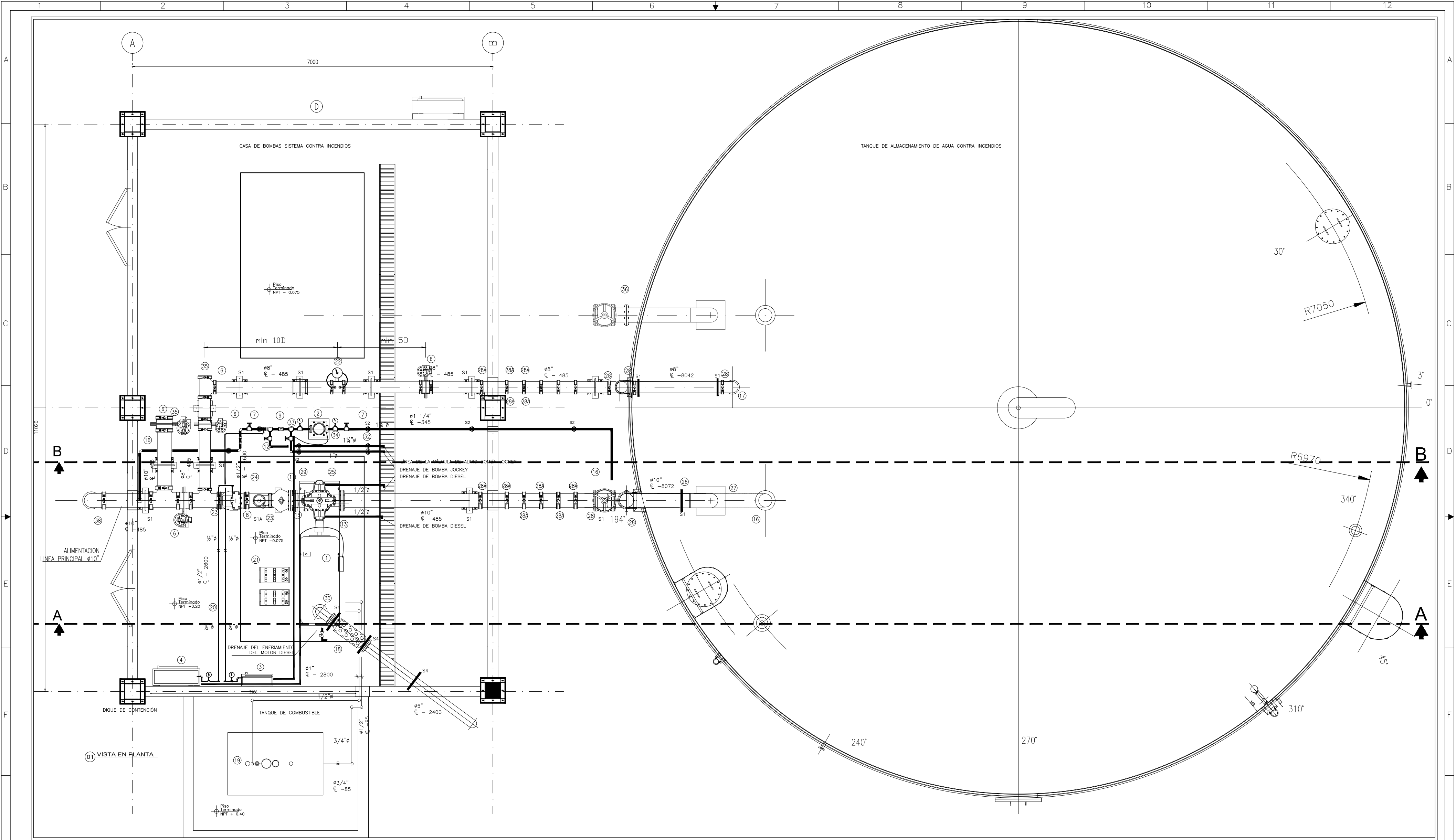
01

VISTA ISOMÉTRICA BODEGA PRODUCTO TERMINADO

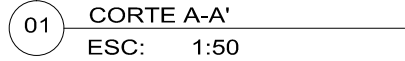
Cálculo Riser Bodega		
Bases de Diseño:		
Método de Protección:		ESFR
Total Sprinklers:		240
Número de Sprinklers Calculados:		12
Factor - K:		25.2
Tamaño el orificio:		0.93
Presión de Diseño:		40.000
Densidad Promedio		
Area de Aplicación:		Riesgo Elevado
Demanda en la Base del Riser:		
Total Demanda (gpm):		1957.55
Pressure (psi):		109.647
Información de suministro de agua:		
Presión Estática (psi):		170.000
Presión Residual (psi):		155.000
Caudal de suministro (gpm):		2000.00
Demanda Total de caudal (gpm):		2207.55
Total Demanda de Presión(psi):		129.696

SIMBOLOGÍA	
	RISER (ALIMENTADOR PRINCIPAL.)
	HOSE CABINET CLASS 2, 1.5"x100ft (GABINETE DE MANGUERA INTERIOR CLASE2)
	BUTTERFLY MODEL BVF-N (VALVULA DE MARIPOSA MODELO BVF-N)
	WATER MOTOR ALARM VALVE (VALVULA DE ALARMA)
	LATERAL SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACION LATERAL)
	FOUR-WAY SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACIÓN DE CUATRO VIAS)
	LONGITUDINAL SWAY BRACING (ABRAZADERA CONTRA OSCILACION LONGITUDINAL)
	HANGER (COLGADOR)
	STEEL PIPE UNDERGROUND (TUBERIA DE ACERO CON RECUBRIMIENTO ENTERRADA)
	STEEL PIPE TUBERIA DE ACERO
	RIGID COUPLING (COUPLE RÍGIDO)
	COUPLING FLEXIBLE (COUPLE FLEXIBLE)
	90° ELBOW GROOVED (CODO 90° RANURADO)
	GROOVED CONCENTRIC REDUCER (REDUCTOR CONCENTRICO RANURADO)
	GROOVED TEE (TEE RANURADO)

16	Rociador automático tipo ESFR, K25.2, 200°F	240	NFPA 13- 2013	TYCO	Ø 1"
15	Soporte tipo colgador	24	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 6"
14	Soporte tipo colgador	21	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 4"
13	Soporte tipo colgador	240	NFPA 13- 2013	CADDY	Ø 2 1/2"
12	Codo 90° ranurado	2	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 6"
11	Codo 90° ranurado	2	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 4"
10	Codo 90° ranurado	49	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 2 1/2"
9	Tee mecánica salida ranurada	25	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 4"x Ø2 1/2"
8	Tee mecánica salida ranurada	24	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 6"x Ø2 1/2"
7	Acople flexible ranurado	72	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 2 1/2"
6	Tubería acero cédula 40	814 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 2 1/2"
5	Acople rígido ranurado	242	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 2 1/2"
4	Acople rígido ranurado	18	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 4"
3	Tubería acero cédula 40	70.38 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 4"
2	Acople rígido ranurado	22	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 6"
1	Tubería acero cédula 40	76.53 m	NFPA 13- 2013	ASTM A-53B	Ø 6"
Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		U.P.S	Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
Tema:		Escala:	Código:		Tol.:
Sistema para Extinción de Incendios		S/E	110566.02.02		+/- 0.5
Bodega Producto Terminado					



					20	Línea piloto	2	NFPA 20- 2013	BRONCE	Ø 1/2"	7	Válvula tipo compuerta vástago saliente	1	NFPA 20- 2013	MECH	Ø 1 1/4"	
					19	Tanque de almacenamiento diésel 515 gal.	1	NFPA 20- 2013	AURORA	Ø 1212 x 1853	6	Válvula tipo mariposa extremos ranurados	3	NFPA 20- 2013	GRINELL	Ø 10"	
					18	Silenciador tipo horizontal	1	NFPA 20- 2013	AURORA	Ø 5"	5	Válvula tipo compuerta vástago saliente	1	NFPA 20- 2013	SCI	Ø 10"	
					17	Codo 90° extremos ranurados	4	ANSI B16.4	GRINELL	Ø 8"	4	Tablero de Control para bomba jockey	1	NFPA 20- 2013	METRON ACROSS	345x280x160	
					16		4	ANSI B16.4			3	Tablero de Control para motor a combustión	1	NFPA 20- 2013	METRON	1245x787x276	
					15	Adaptador brida ranura		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"	2	Bomba jockey tipo centrífuga vertical	1	NFPA 20- 2013	PVM4-100	225x225x735	
					14	Adaptador brida ranura		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 6"	1	Bomba principal tipo centrífuga horizontal	1	NFPA 20- 2013	AURORA 8-481-17B	2845x787x1676	
					13	Brida tipo Slip - On clase # 150		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"	Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas	
					12	Válvulade alivio de presión		ANSI B16.18	RED & WHITE	Ø 3/4"	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015		
					11	Cono drenaje bridado		ANSI B16.25	AURORA	Ø 10"-6"			Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015		
					10	Válvula de alivio de presión bridada		ANSI B16.25	AURORA	Ø 6"			Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015		
					9	Válvula tipo check roscada		ANSI B16.3	GIACOMINI	Ø 1 1/4"			Código:		110566.03.01		
					8	Válvula tipo check ranurada		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"	Tema: Casa de Bombas del Sistema Contra Incendios		Escala: 1:50			Tol.: +/- 0.5	
Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas	Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas						
1	2		3	4		5	6	7	8	9	10	11					12

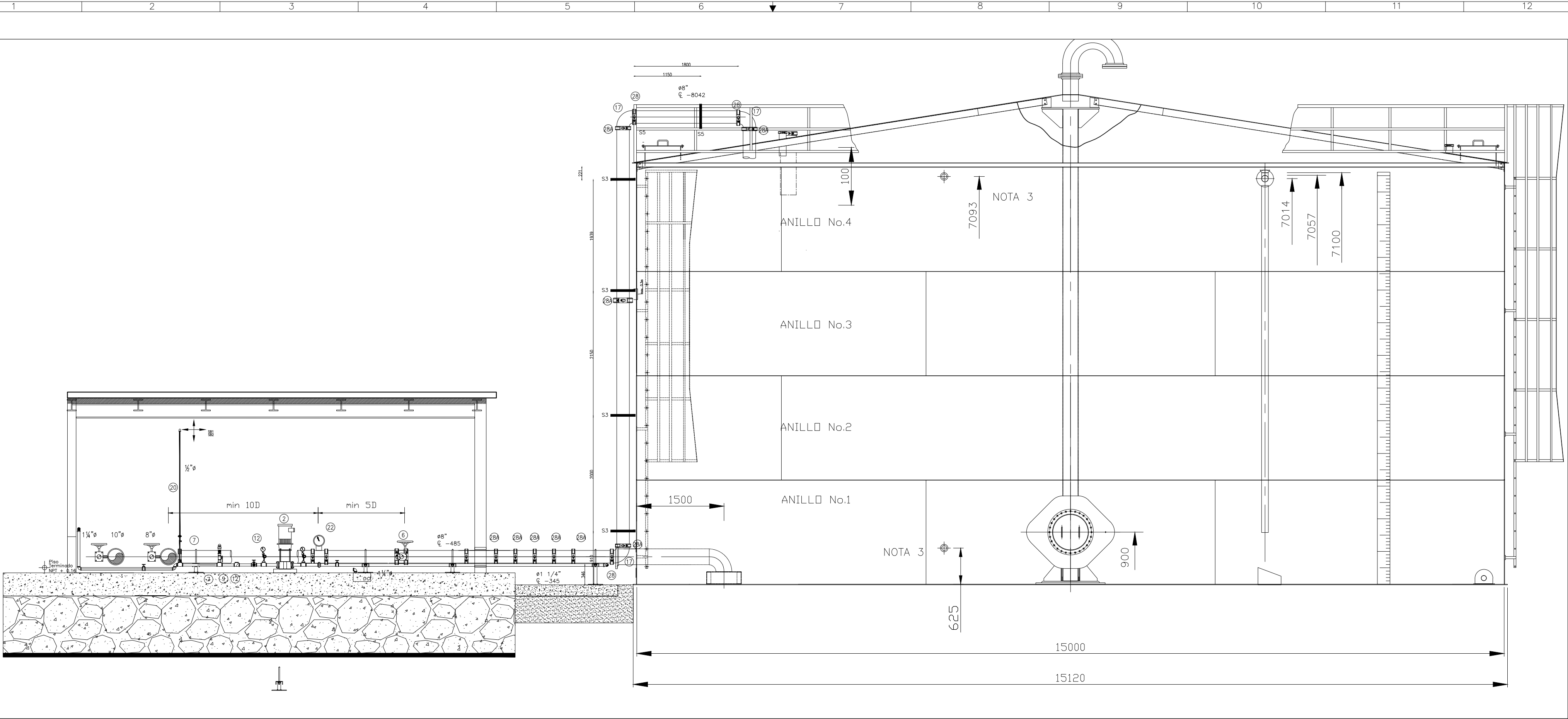


NOTAS:

- 1.- LAS TUBERIAS AEREAS SERAN DE ACERO SCH 40 PINTADAS.
- 2.- EN DIÁMETROS 2.5"-8" TODOS LOS ACCESORIOS SERAN RANURADOS
EN DIÁMETROS MENORES A 2.5" LOS ACCESORIOS SERÁN ROSCADOS
- 3.- TODOS LOS COUPLINGS SERAN RIGIDOS SALVO EN LOS LUGARES EXPRESAMENTE INDICADOS
- 4.- LOS PASES EN LOSAS O TABIQUES DE HORMIGON O MAMPOSTERIA DEBEN TENER LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LA TABLA SIGUIENTE:

Ø TUBERIA	Ø PERFORACION
1" a 3½"	Ø TUBERIA + 2"
≥ 4"	Ø TUBERIAS + 4"

- 5.- LAS DIMENSIONES DEBERAN SER VERIFICADAS EN OBRA ANTES DE INICIAR EL MONTAJE



01 CORTE B-B'
ESC: 1:50

NOTAS:

1.- LAS TUBERIAS AEREAS SERAN DE ACERO SCH 40 PINTADAS.

2.- EN DIÁMETROS 2.5"-8" TODOS LOS ACCESORIOS SERAN RANURADOS
EN DIÁMETROS MENORES A 2.5" LOS ACCESORIOS SERÁN ROSCADOS

3.- TODOS LOS COUPLINGS SERAN RIGIDOS SALVO EN LOS LUGARES EXPRESAMENTE INDICADOS

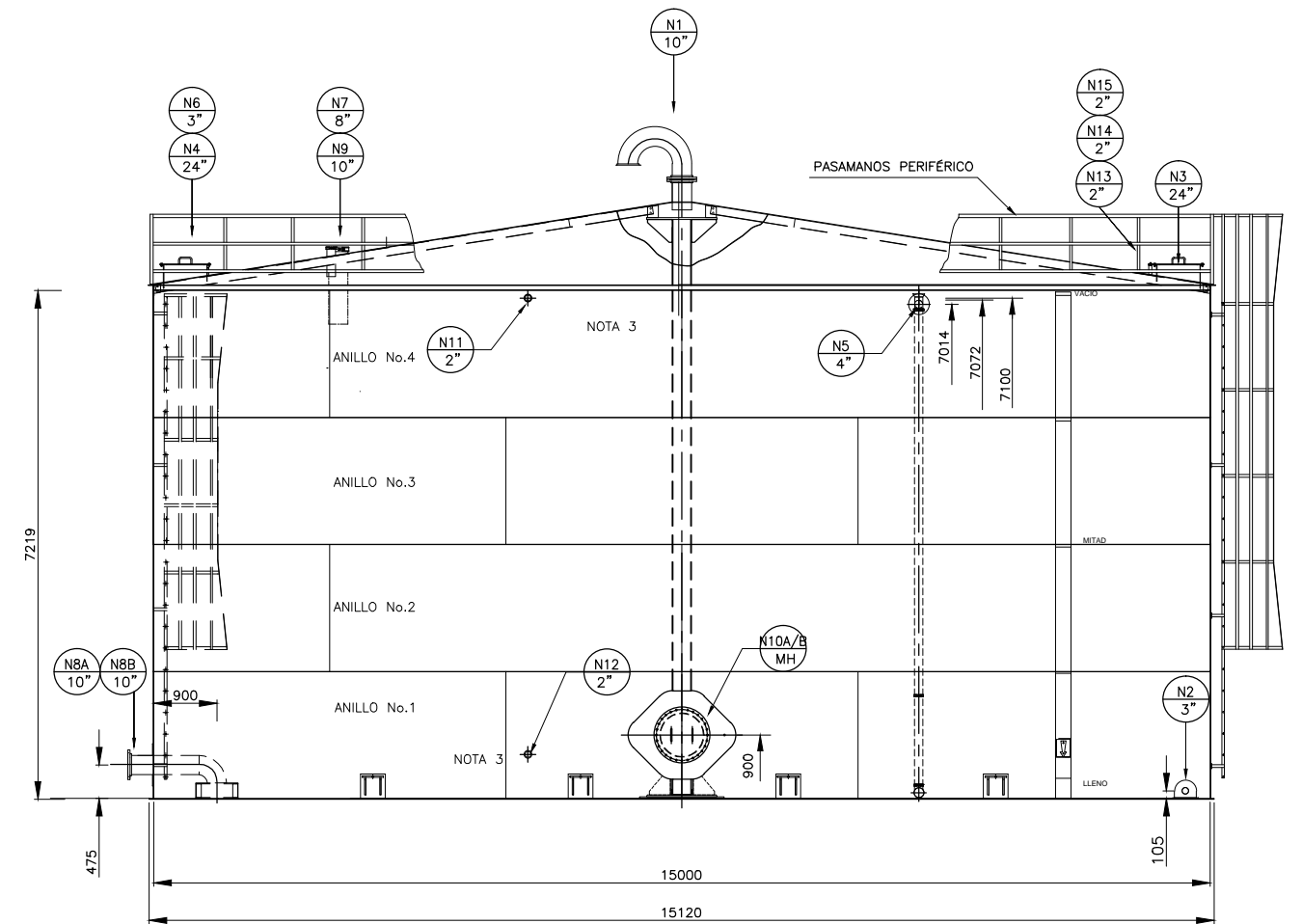
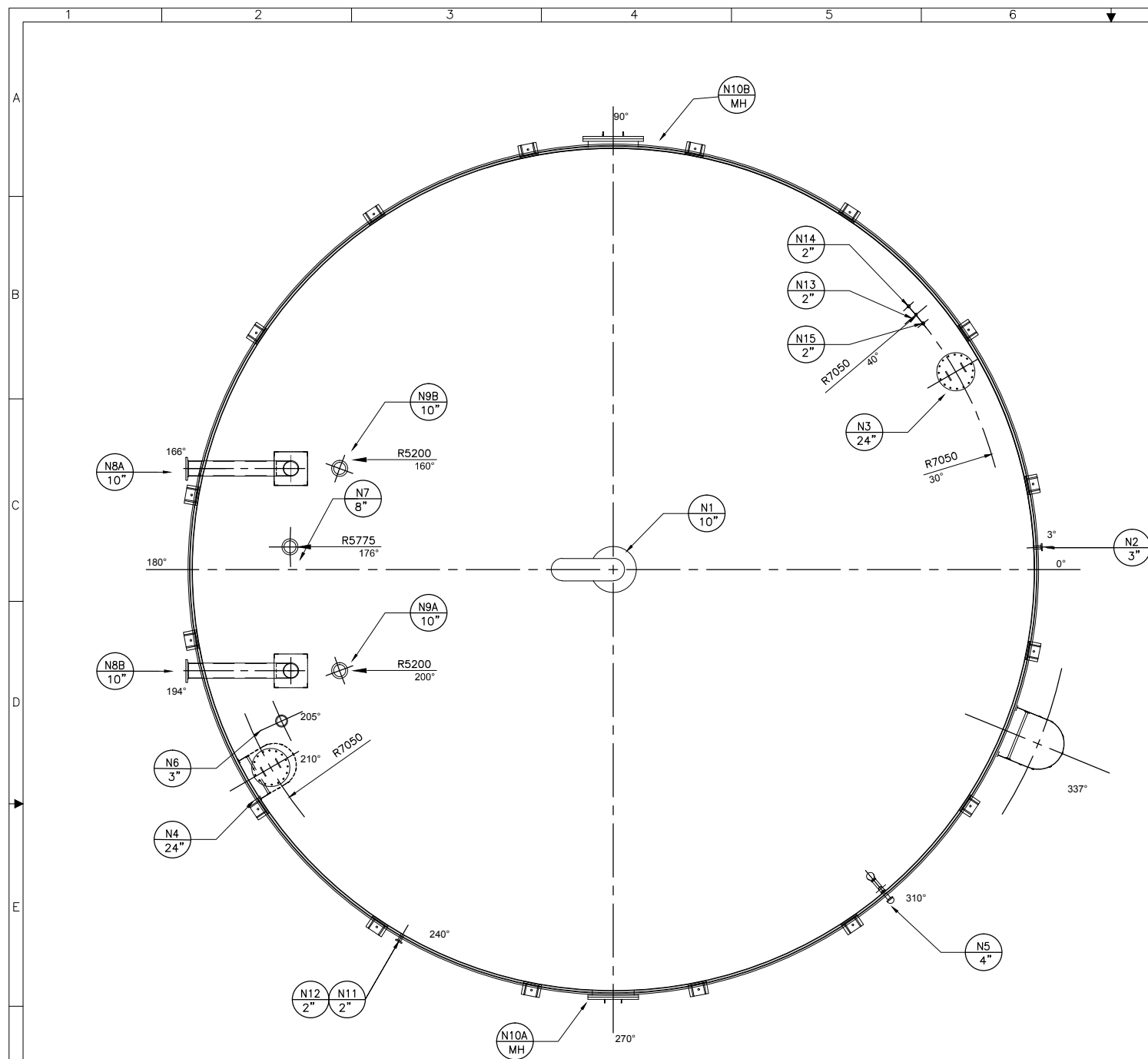
4.- LOS PASES EN LOSAS O TABIQUES DE HORMIGON O MAMPOSTERIA DEBEN TENER LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LA TABLA SIGUIENTE:

Ø TUBERIA	Ø PERFORACION
1" a 3½"	Ø TUBERIA + 2"
≥ 4"	Ø TUBERIAS + 4"

5.- LAS DIMENSIONES DEBERAN SER VERIFICADAS EN OBRA ANTES DE INICIAR EL MONTAJE

29	Reducción concéntrica	1	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 10" x 8"
28a	Acople flexible ranurado	6	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 10"
28	Acople rígido ranurado	8	ANSI B16.25	GRINELL	Ø 8"
27	Placa vortex	1	NFPA 20- 2013	ASTM A36	500x 500x 200
26	Codo 90° soldable	1	ANSI B16.11	SCI	Ø 10"
25	Válvula eliminadora de aire	1	ANSI B16.4	VICTAULIC	Ø 1 1/2"
24	Tee ranurada reducida	1	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 10" x 6"
23	Tee ranurada reducida	1	ANSI B16.9	GRINELL	Ø 10" x 8"
22	Medidor de caudal 2000 gpm	1	NFPA 20- 2013	GLOBAL VISION	Ø 8"
21	Racks para baterías	3	NFPA 20- 2013	GRINELL	Ø 10"
20	Línea piloto	2	NFPA 20- 2013	BRONCE	Ø 1/2"
19	Tanque de almacenamiento diésel 515 gal.	1	NFPA 20- 2013	AURORA	Ø 1212 x 1853
18	Silenciador tipo horizontal	1	NFPA 20- 2013	AURORA	Ø 5"
17	Codo 90° extremos ranurados	4	ANSI B16.4	GRINELL	Ø 8"
16	Codo 90° extremos ranurados	4	ANSI B16.4	GRINELL	Ø 10"
Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas

15	Adaptador brida ranura		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"
14	Adaptador brida ranura		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 6"
13	Brida tipo Slip - On clase # 150		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"
12	Válvulade alivio de presión		ANSI B16.18	RED & WHITE	Ø 3/4"
11	Cono drenaje bridado		ANSI B16.25	AURORA	Ø 10"-6"
10	Válvula de alivio de presión bridada		ANSI B16.25	AURORA	Ø 6"
9	Válvula tipo check roscada		ANSI B16.3	GIACOMINI	Ø 1 1/4"
8	Válvula tipo check ranurada		ANSI B16.1	GRINELL	Ø 10"
7	Válvula tipo compuerta vástago saliente	1	ANSI B16.1	MECH	Ø 1 1/4"
6	Válvula tipo mariposa extremos ranurados	3	ANSI B16.3	GRINELL	Ø 10"
5	Válvula tipo compuerta vástago saliente	1	ANSI B16.9	GUARDIAN	Ø 10"
4	Tablero de Control para bomba jockey	1	NFPA 20- 2013	METRON ACROSS	345x280x160
3	Tablero de Control para motor a combustión	1	NFPA 20- 2013	METRON	1245x787x276
2	Bomba jockey tipo centrífuga vertical	1	NFPA 20- 2013	PVM4-100	225x225x735
1	Bomba principal tipo centrífuga horizontal	1	NFPA 20- 2013	AURORA 8-481-17B	2845x787x1676
Nº	Descripción	Cant.	Norma	Material	Dim. Brutas
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA Tema: Casa de Bombas del Sistema Contra Incendios			Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
			Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
			Código:	110566.03.03	Tol.: +/- 0.5
			Escala:	1:50	



TANQUE VISTA FRONTAL

ESC: 1:100

TANQUE VISTA EN PLANTA

ESC: 1:100

MATERIALES				
PESO TANQUE VACIO (KGS):		54.4 Tn		
SOPORTES INTERNOS		A-36	VARIOS	
ESTRUCTURA TECHO		A-36	VARIOS	
ESTRUCTURA ANILLO		A-36	VARIOS	
PASAMANOS PERIFÉRICO		A-36/A-106B-B	VARIOS	
ESCALERA VERTICAL		A-36	VARIOS	
ACCESORIOS		A-106B-B/A-105	VARIOS	
ÁNGULO SUPERIOR		A-36	VARIOS	
ANILLO	4	A-36	5149x1800x6	
	3	A-36	5149x1800x6	
	2	A-36	6000x1800x8	
	1	A-36	6000x1800x8	
TECHO		A-36	VARIOS	
PISO		A-36	VARIOS	
DESCRIPCIÓN		MATERIAL	DIMENSIONES	

CONDICIONES DE DISEÑO	
NOMBRE:	SCI-001
CÓDIGO:	NFPA 22-08, AWWA D100-05
ALMACENAMIENTO:	AGUA
TAMAÑO TANQUE:	Di: 49.21' (15000mm) H: 23.62' (7200mm)
CAPACIDAD NOMINAL:	1254 m ³ ; 331 271 gl
CAPACIDAD EFECTIVA:	1149 m ³ ; 303 533 gl
TIPO DE TECHO:	FUO, TIPO CONO
PENDIENTE DEL TECHO:	9°
CORROSIÓN PERMITIDA:	1/16" ANILLO, PISO Y TECHO
GRAVEDAD ESPECÍFICA:	1
PRESIÓN DE DISEÑO:	ATMOSFÉRICA
TEMPERATURA DE DISEÑO:	38 °C
PRESIÓN DE OPERACIÓN:	ATMOSFÉRICA
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	25°C
RAYOS X:	POR NFPA 22

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Tema:	Tanque para Almacenamiento de agua del Sistema Contra Incendios

N15	GUIA FLOTADOR	1	Ø 2"	NPS	SCH 40	38°	152	---	TECHO	7050
N14	GUIA FLOTADOR	1	Ø 2"	NPS	SCH 40	42°	152	---	TECHO	7050
N13	INDICADOR DE NIVEL	1	Ø 2"	NPS	SCH 40	40°	152	---	TECHO	7050
N12	INDICADOR DE NIVEL BAJA	1	Ø 2"	NPS	SCH 40	240°	152	625	CUERPO	---
N11	INDICADOR DE NIVEL ALTA	1	Ø 2"	NPS	SCH 40	240°	152	793	CUERPO	---
N10 A	MAN HOLE	1	Ø 24"	NPPA 22	N/A	270°	305	734	CUERPO	---
N10 B	MAN HOLE	1	Ø 30"	NPPA 22	N/A	90°	305	900	CUERPO	---
N9 A	RECIRCULACIÓN	1	Ø 10"	NPS	SCH 40	200°	229	---	TECHO	5200
N9 B	RECIRCULACIÓN	1	Ø 10"	NPS	SCH 40	160°	229	---	TECHO	5200
N8 A	SALIDA DE AGUA	1	Ø 10"	NPS	SCH 40	166°	305	NOTA 3	CUERPO	---
N8 B	SALIDA DE AGUA	1	Ø 10"	NPS	SCH 40	194°	305	NOTA 3	CUERPO	---
N7	LÍNEA DE ALIVIO	1	Ø 8"	NPS	SCH 40	180°	152	---	TECHO	5750
N6	ENTRADA DE AGUA	1	Ø 3"	NPS	SCH 40	220°	152	---	TECHO	6500
N5	SOBREFLUJO	1	Ø 4"	NPS	SCH 40	310°	175	7014	CUERPO	---
N4	PUERTA DE TECHO	1	Ø 24"	NPPA 22	N/A	210°	152	---	TECHO	7050
N3	PUERTA DE TECHO	1	Ø 24"	NPPA 22	N/A	30°	152	---	TECHO	7050
N2	DRENAJE	1	Ø 3"	NPS	SCH 80	3°	152	105	CUERPO	---
N1	VENTEO	1	Ø 10"	NPS	SCH 40	--	--	---	TECHO	0
MARCA	DESCRIPCIÓN	QTY.	TAMAÑO	TIPO	CÉDULA	REF	PROYECCIÓN	ELEVACIÓN	LUGAR	RADIO

U.P.S	Dis.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
	Dib.:	DUQUE PABLO	04/05/2015
	Rev.:	ING. ANDRANGO LUIS	04/05/2015
Escala: 1:100	Código: 110566.03.04		Tol.: +/- 0.5

ANEXOS

Anexo 1. Longitud equivalente de válvulas y accesorios para tubería cédula 40

Accesorios y válvulas (pulgadas)	Longitud equivalente														
	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"	3"	3 ½"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Codo a 45	-	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar a 90	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo largo a 90	0.5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee o cruz	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula tipo mariposa	-	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21
Válvula de compuerta	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Válvula de retención tipo clapeta	-	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 1000)

Anexo 2. Fotografía satelital de la bodega de almacenamiento

Donde se ilustra la ubicación de la planta de producción.



Fuente: (Internet Software Maps 1.0, 2013)

Anexo 3. Tabla de densidades de descarga de rociadores tipo CMDA.

Para un almacenamiento superior a 25 ft (7.6 m) en estanterías sin barreras solidas y mercadería de almacenamiento Clase I a IV.

Commodity Class	In-Rack Sprinklers Approximate Vertical Spacing at Tier Nearest the Vertical Distance and Maximum Horizontal Spacing ^{a,b,c}		Figure	Maximum Storage Height	Stagger	Ceiling Sprinkler Operating Area		Ceiling Sprinkler Density Clearance to Ceiling Up to 10 ft (3.1 m) ^e			
								Ordinary Temperature		High Temperature	
	Longitudinal Flow ^d	Face ^f				ft ²	m ²	gpm/ft ²	mm/min	gpm/ft ²	mm/min
I	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m) under horizontal barriers	None	16.3.4.1.1.1(a)	30 ft (9.1 m)	No	2000	186	0.25	10.2	0.35	14.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(b)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes			0.25	10.2	0.35	14.3
I, II, III	Vertical 10 ft (3.1 m) or at 15 ft (4.6 m) and 25 ft (7.6 m)	None	16.3.4.1.1.1(c)	30 ft (9.1 m)	Yes	2000	186	0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 10 ft (3.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 30 ft (9.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(d)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes			0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(e)		Yes			0.3	12.2	0.4	16.3
	Vertical 25 ft (7.6 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	Vertical 25 ft (7.6 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(f)		No			0.3	12.2	0.4	16.3
	Horizontal barriers at 20 ft (6.1 m) Vertical intervals — two lines of sprinklers under barriers — maximum horizontal spacing 10 ft (3.1 m), staggered		16.3.4.1.1.1(g)		Yes			0.3	12.2	0.4	16.3

Commodity Class	In-Rack Sprinklers Approximate Vertical Spacing at Tier Nearest the Vertical Distance and Maximum Horizontal Spacing ^{a,b,c}		Figure	Maximum Storage Height	Stagger	Ceiling Sprinkler Operating Area		Ceiling Sprinkler Density Clearance to Ceiling Up to 10 ft (3.1 m) ^e			
								Ordinary Temperature		High Temperature	
	Longitudinal Flow ^d	Face ^f				ft ²	m ²	gpm/ft ²	mm/min	gpm/ft ²	mm/min
I, II, III, IV	Vertical 15 ft (4.6 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 10 ft (3.1 m)	16.3.4.1.1.1(h)	Higher than 25 ft (7.6 m)	Yes	2000	186	0.35	14.3	0.45	18.3
	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	Vertical 20 ft (6.1 m) Horizontal 5 ft (1.5 m)	16.3.4.1.1.1(i)		No			0.35	14.3	0.45	18.3
	Horizontal barriers at 15 ft (4.6 m) Vertical intervals — two lines of sprinklers under barriers — maximum horizontal spacing 10 ft (3.1 m), staggered		16.3.4.1.1.1(j)		Yes			0.35	14.3	0.45	18.3

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 746)

Anexo 4. Tabla de rociadores tipo CMSA

Para un almacenamiento superior a 25 ft (7.6 m) en estanterías simples o dobles y mercadería de almacenamiento Clase I a IV.

Storage Arrangement	Commodity Class	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		K-Factor/ Orientation	Type of System	Number of Design Sprinklers	Minimum Operating Pressure	
		ft	m	ft	m				psi	bar
Single-, double-, and multiple-row racks without solid shelves (no open-top containers)	Class I or II	30	9.1	35	10.6	11.2 (160) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	25	1.7
							Dry	30 + 1 level of in-rack	25	1.7
						16.8 (240) Upright	Wet	20 + 1 level of in-rack	15	1.0
							Dry	30 + 1 level of in-rack	15	1.0
		35	10.6	40	12.1	19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
						11.2 (160) Upright	Dry*	36	55	3.8
						16.8 (240) Upright	Dry*	36	22	1.5
						19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1
	Class III or IV	30	9.1	35	10.6	19.6 (280) Pendent	Wet	15	25	1.7
		35	10.6	40	12.1	19.6 (280) Pendent	Wet	15	30	2.1

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 746)

Anexo 5. Tabla de rociadores tipo ESFR.

Relacionado al apilamiento de forma solida y mercadería Clase I a IV.

Commodity	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		Nominal K-Factor	Orientation	Minimum Operating Pressure	
	ft	m	ft	m			psi	bar
Class I, II, III, or IV, encapsulated and nonencapsulated (no open-top containers)	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Upright/pendent	50	3.4
					16.8 (240)	Upright/pendent	35	2.4
					22.4 (320)	Pendent	25	1.7
					25.2 (360)	Pendent	15	1.0
	25	7.6	30	9.1	14.0 (200)	Upright/pendent	50	3.4
					16.8 (240)	Upright/pendent	35	2.4
					22.4 (320)	Pendent	25	1.7
					25.2 (360)	Pendent	15	1.0
			32	9.8	14.0 (200)	Upright/pendent	60	4.1
					16.8 (240)	Pendent	42	2.9
	30	9.1	35	10.7	14.0 (200)	Upright/pendent	75	5.2
					16.8 (240)	Upright/pendent	52	3.6
					22.4 (320)	Pendent	35	2.4
					25.2 (360)	Pendent	20	1.4
	35	10.7	40	12.2	16.8 (240)	Upright/pendent	52	3.6
					22.4 (320)	Pendent	40	2.8
					25.2 (360)	Pendent	25	1.7
	35	10.7	45	13.7	22.4 (320)	Pendent	40	2.8
					25.2 (360)	Pendent	40	2.8
	40	12.2	45	13.7	22.4 (320)	Pendent	40	2.8
					25.2 (360)	Pendent	40	2.8

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 676)

Anexo 6. Tabla de rociadores tipo ESFR, en estanterías.

Relacionado al apilamiento en estanterías y mercadería Clase I a IV.

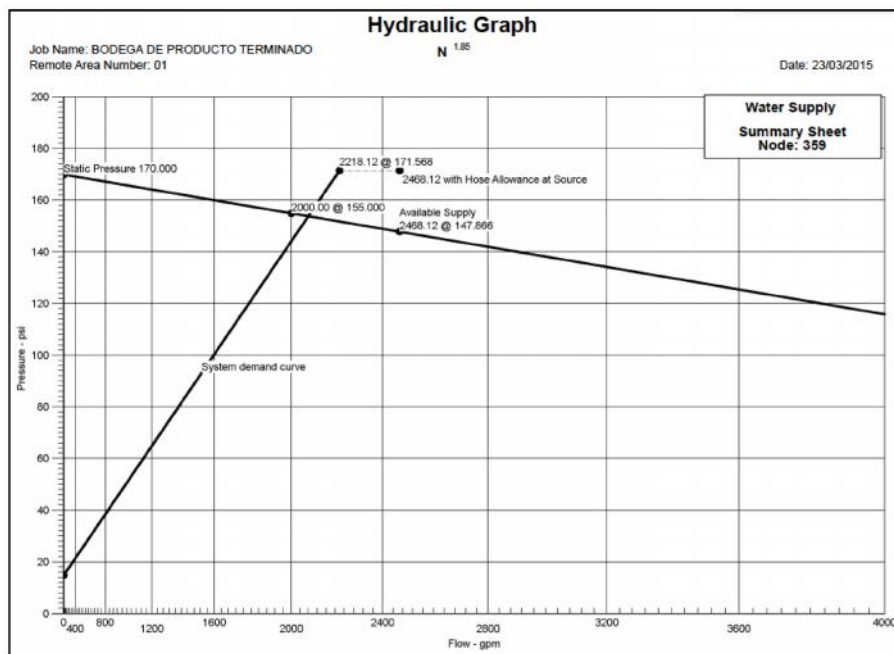
Storage Arrangement	Commodity	Maximum Storage Height		Maximum Ceiling/Roof Height		Nominal K-Factor	Orientation	Minimum Operating Pressure		In-Rack Sprinkler Requirements	Hose Stream Allowance		Water Supply Duration (hours)
		ft	m	ft	m			psi	bar		gpm	L/min	
Single-, double-, and multiple-row rack (no open-top containers)	Class I, II, III, or IV, encapsulated or nonencapsulated	30	9.1	35	10.7	14.0 (200)	Upright/pendent	75	5.2	No	250	946	1
						16.8 (240)	Upright/pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	35	2.4	No			
						25.2 (360)	Pendent	20	1.4	No			
				40	12.2	14.0 (200)	Pendent	75	5.2	No			
						16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No			
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes			
						16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			
		35	10.7	40	12.2	14.0 (200)	Pendent	75	5.2	No			
						16.8 (240)	Pendent	52	3.6	No			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	25	1.7	No			
				45	13.7	14.0 (200)	Pendent	90	6.2	Yes			
						16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			
		40	12.2	45	13.7	16.8 (240)	Pendent	63	4.3	Yes			
						22.4 (320)	Pendent	40	2.8	No			
						25.2 (360)	Pendent	40	2.8	No			

Fuente: (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 774)

Anexo 7. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR, iteración uno.

Se ilustra la curva y resumen de corrida hidráulica, los parámetros no son los adecuados para el diseño, corresponde a iteración uno, con tubería principal de 8", ramales en 2 1/2".

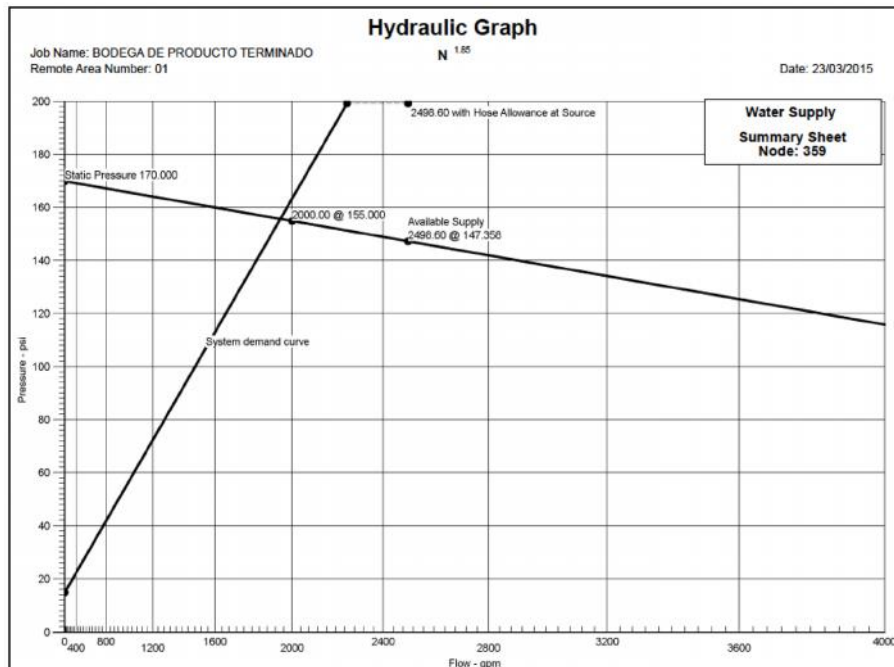
Hydraulic Calculations			
for			
Project Name: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO		Calculation Date: 23/03/2015	
Location: VIA DAULE, .			
Drawing Name: SCI BODEGA PT-GYE_201501			
Design			
Remote Area Number:	01		
Remote Area Location:	PT		
Occupancy Classification:	ESFR		
Commodity Classification:	EH I		
Density:	40.000		
Area of Application:	NA		
Coverage per Sprinkler:	98.49ft²		
Type of sprinklers calculated:	Pendent		
No. of sprinklers calculated:	12		
Type of System:	WET	Volume of Dry or PreAction System:	N/A
In-rack Demand:	N/A gpm	at Node:	N/A
Hose Streams:	250.00	at Node:	359 Type: Allowance at Source
	250.00	at Node:	643 Type: Hose
Total Water Required (including Hose Streams where applicable):			
From Water Supply at Node 359:		2468.12 @ 171.568	
from Pump at Node: 1399:		0.00 @ 0.000	
Water Supply Information:	for Node:	359	Date: Source: AVS
Location: GYQUIL			
Name of Contractor:	AVS INGENIERIA		
Address:	QUITO - ECUADOR, Urb. Profesorado Municipal Pichincha - Tungurahua Lote 9F		
Phone Number:	Name of designer:	Pablo Duque G.	
Authority Having Jurisdiction:	UPS		



Anexo 8. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR, iteración dos

Se ilustra la curva y resumen de corrida hidráulica de iteración número dos. Con tubería principal de 8", ramales en 2".

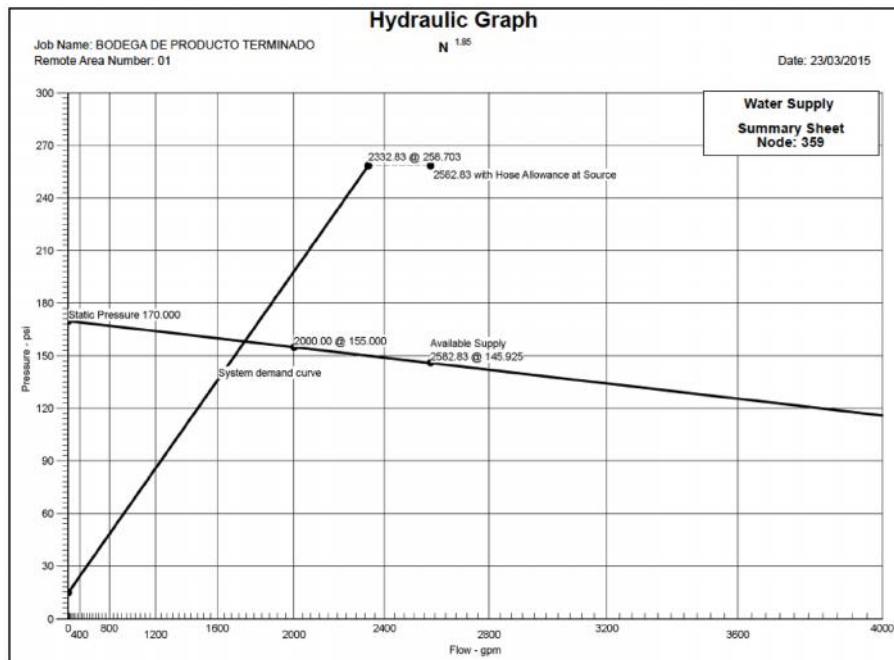
Hydraulic Calculations			
for			
Project Name: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO			
Location: VIA DAULE, .			
Drawing Name: SCI BODEGA PT-GYE_201501xddd			
Calculation Date: 23/03/2015			
Design			
Remote Area Number:	01		
Remote Area Location:	PT		
Occupancy Classification:	ESFR		
Commodity Classification:	EH I		
Density:	40.000		
Area of Application:	NA		
Coverage per Sprinkler:	98.49ft²		
Type of sprinklers calculated:	Pendent		
No. of sprinklers calculated:	12		
Type of System:	WET	Volume of Dry or PreAction System:	N/A
In-rack Demand:	N/A gpm	at Node:	N/A
Hose Streams:	250.00	at Node:	359 Type: Allowance at Source
	250.00	at Node:	643 Type: Hose
Total Water Required (including Hose Streams where applicable):			
From Water Supply at Node 359: 2498.60 @ 199.351			
from Pump at Node: 1399: 0.00 @ 0.000			
Water Supply Information:	for Node: 359	Date:	Source:AVS
Location: GYQUIL			
Name of Contractor:			
Address:			
Phone Number:	Name of designer: Pablo Duque G.		



Anexo 9. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR, iteración tres.

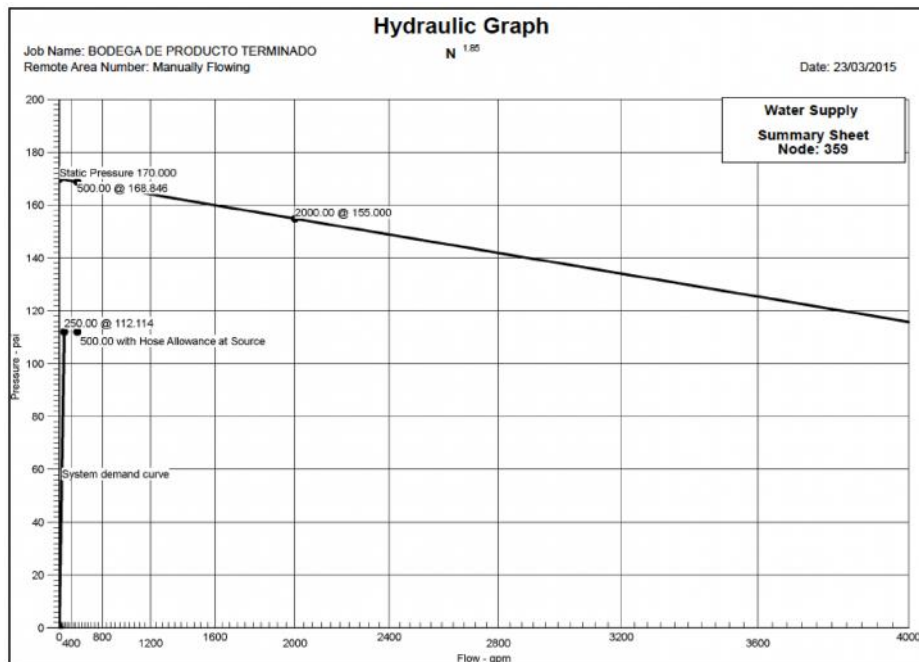
Se ilustra la curva y resumen de corrida hidráulica de iteración numero tres. Con tubería principal de 10", ramales en 1 1/2".

Hydraulic Calculations			
for			
Project Name: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO		Calculation Date: 23/03/2015	
Location: VIA DAULE, .			
Drawing Name: SCI BODEGA PT-GYE_ 201501xddd			
Design			
Remote Area Number:	01		
Remote Area Location:	PT		
Occupancy Classification:	ESFR		
Commodity Classification:	EH I		
Density:	40.000		
Area of Application:	NA		
Coverage per Sprinkler:	98.49ft²		
Type of sprinklers calculated:	Pendent		
No. of sprinklers calculated:	12		
Type of System:	WET	Volume of Dry or PreAction System:	N/A
In-rack Demand:	N/A gpm	at Node:	N/A
Hose Streams:	250.00	at Node:	359 Type: Allowance at Source
	250.00	at Node:	643 Type: Hose
Total Water Required (including Hose Streams where applicable):			
From Water Supply at Node 359:	2582.83 @ 258.703		
from Pump at Node: 1401:	0.00 @ 0.000		
Water Supply Information:	for Node: 359	Date:	Source: AVS
Location: GYQUIL			
Name of Contractor:			
Address:			
Phone Number:	Name of designer: Pablo Duque G.		
Authority Having Jurisdiction: UPS			



Anexo 10. Resumen cálculo del gabinete contra incendios

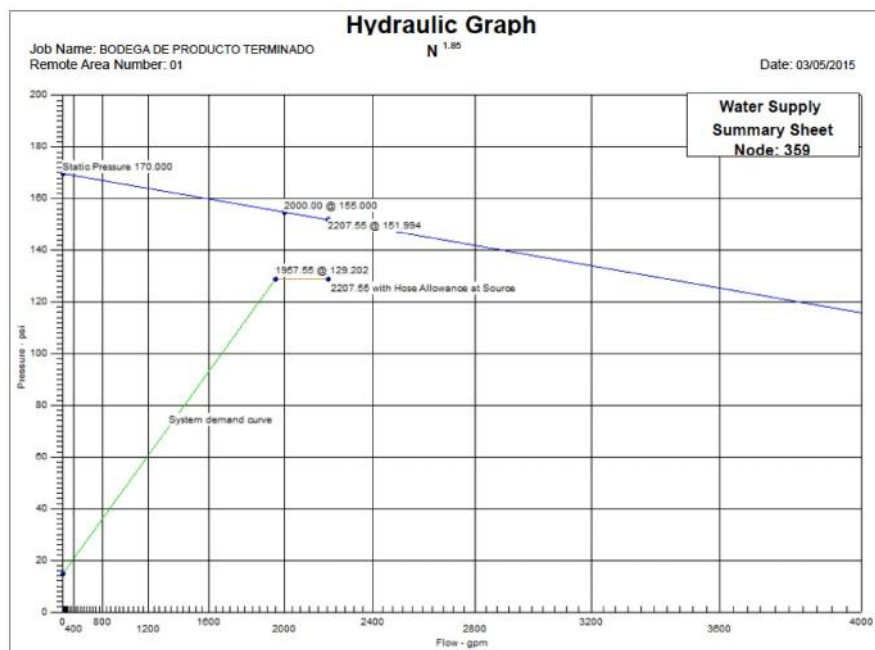
Hydraulic Calculations			
for			
Project Name: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO			
Location: VIA DAULE, .			
Drawing Name: SCI BODEGA PT-GYE_ 201501		Calculation Date: 23/03/2015	
Design			
Remote Area Number:	Manually Flowing		
Remote Area Location:	NA		
Occupancy Classification:	NA		
Density:	NA		
Area of Application:	NA		
Coverage per Sprinkler:	NA		
Type of sprinklers calculated:	NA		
No. of sprinklers calculated:	0		
Type of System:	NA	Volume of Dry or PreAction System:	N/A
In-rack Demand:	N/A gpm	at Node:	N/A
Hose Streams:	250.00	at Node:	359 Type: Allowance at Source
	250.00	at Node:	643 Type: Hose
Total Water Required (including Hose Streams where applicable):			
From Water Supply at Node 359:		500.00 @ 112.114	
from Pump at Node: 1400:		0.00 @ 0.000	
Water Supply Information:	for Node:	359	Date: Source: AVS
Location: GYQUIL			
Name of Contractor: AVS INGENIERIA			
Address: QUITO - ECUADOR, Urb. Profesorado Municipal Pichincha - Tungurahua Lote 9F			
Phone Number:		Name of designer: Pablo Duque	
Authority Having Jurisdiction: UPS			



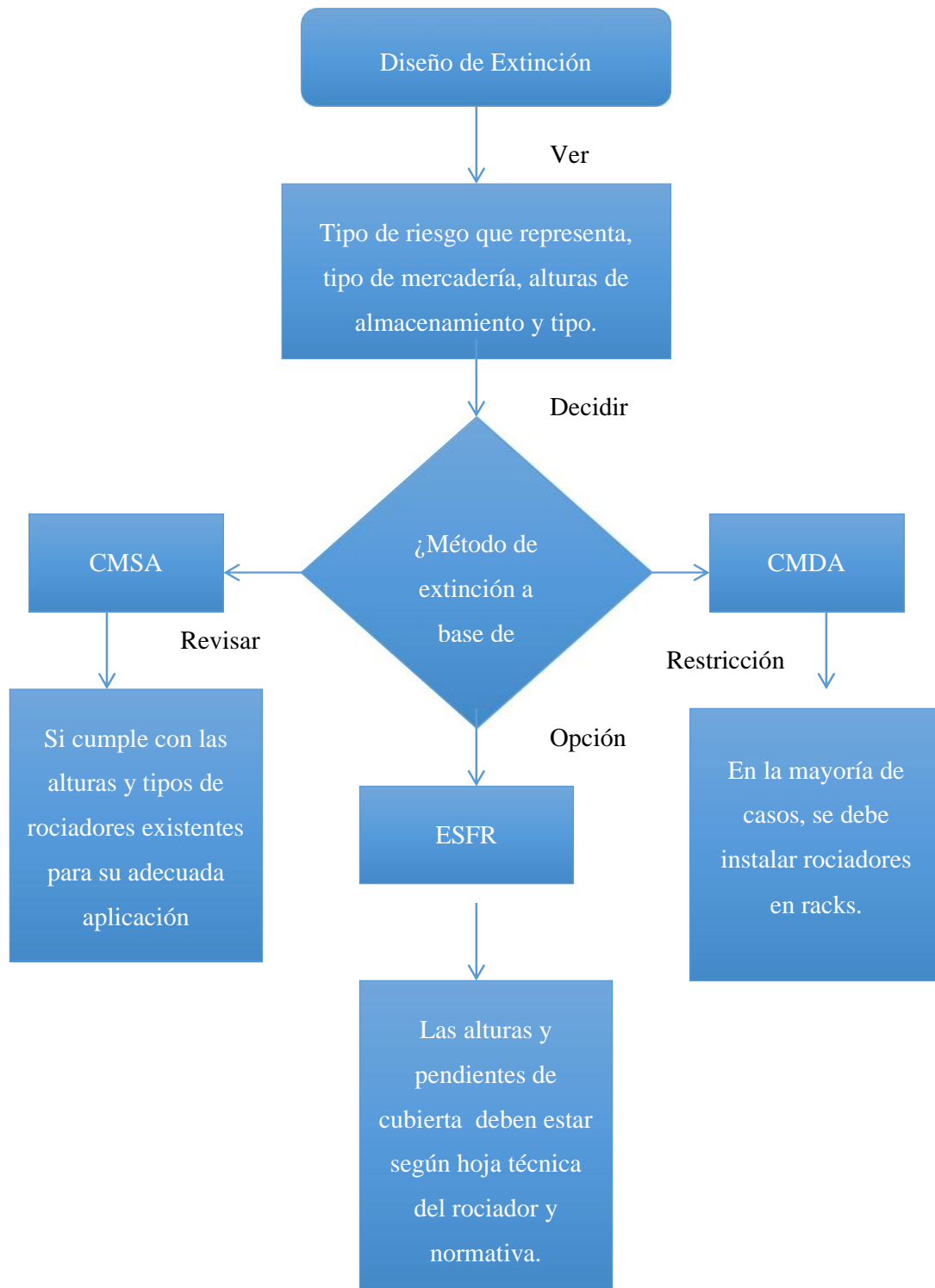
Anexo 11. Resumen cálculo de rociadores tipo ESFR

Se ilustra la curva y resumen de corrida hidráulica, los parámetros no son los adecuados para el diseño, corresponde a iteración uno, con tubería principal de 10", ramales en 2 1/2".


Hydraulic Calculations			
Project Name: BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO			
Location: VIA DAULE, .			
Drawing Name: SCI BODEGA PT-GYE_ 201501xddd			
Calculation Date: 03/05/2015			
Design			
Remote Area Number:	01		
Remote Area Location:	PT		
Occupancy Classification:	ESFR		
Commodity Classification:	CLASS I - IV		
Density:	40.000		
Area of Application:	NA		
Coverage per Sprinkler:	98.49ft ²		
Type of sprinklers calculated:	Pendent		
No. of sprinklers calculated:	12		
Type of System:	WET	Volume of Dry or PreAction System:	N/A
In-rack Demand:	N/A gpm at Node	N/A	
Hose Streams:	250.00 at Node	359 Type:	Allowance at Source
Total Water Required (including Hose Streams where applicable)			
From Water Supply at Node 359:		2207.55 @ 129.202	
from Pump at Node: 1779:		0.00 @ 0.000	
Water Supply Information:			
for Node:	359	Date:	
Location:	GYQUIL		
Source:	AVS		
Name of Contractor			
Address:			
Phone Number:		Name of designer: Pablo Duque G.	
Authority Having Jurisdiction: UPS			



Anexo 12. Diagrama de flujo de opciones de protección



Anexo 13. Cotización uno de accesorios y tubería


 MAQUINARIAS HENRIQUES CA		Somos Contribuyentes Especiales Resolución No. 6925	
QUITO, 6 DE ENERO DE 2015		Cotización No.: COT-00098835-1	
Estimados Señores: A.V.S INGENIERIA CIA. LTDA. Atencion:		Condiciones de pago...: CR30	
Tenemos el agrado de presentar a ustedes nuestra cotización de mercaderías de acuerdo a sus requerimientos:			
CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNIT. % DESC. TOTAL
BOGOU031	33SV31GK4F20, 15HP, 3F, TEFC, 220-440V, 3 STG□□□□	3,00 UND	5.196,000 25,00 11.691,00
VADOU070	VAL/CONTROL REDUCTORA PRESION DOROT 44 2" NPT	3,00 UND	860,870 25,00 1.936,96
CODAU195	TRANSMISOR DE PRESION MBS3000. 0-6 BAR/4 - 20 MA	1,00 UND	398,450 25,00 298,84
MNWU156	PFQ806 MANOM 0/200 PSI D2.5" R1/4" GLIC SS/LAT (V)	1,00 UND	23,870 35,00 15,52
VAGNU025	VALVULVIO APOLO 16-501-25 1/2MX1/2F 0-250PSI	1,00 UND	41,050 25,00 30,79
964	VALVULA DE BOLA VIENNA ITAP 216 2"	6,00 UND	45,350 35,00 176,87
VAITU9625	VALVULA DE BOLA VIENNA ITAP 216 1-1/4"	1,00 UND	18,420 35,00 11,97
VAITU960	VALVULA DE BOLA VIENNA ITAP 216 1/2"	1,00 UND	5,310 35,00 3,45
VAITU398	VALVULA CHEQUE EUROPA ITAP 100 2"	1,00 UND	46,620 35,00 30,30
VAITU420	VALVULA CHEQUE CLAPETA ITAP 130 1/2" ASIENTO METAL	1,00 UND	10,230 35,00 6,65
SWANU001	SWITCH FLOTADOR CON CONTRAPESO	1,00 UND	20,310 35,00 13,20
VAITU070	VENTEO AUTOMATICO DE AIRE ITAP 362 1/2"	1,00 UND	8,180 35,00 5,32
conjunto de ventas Observaciones		SUBTOTAL \$ 14.220,87 % IVA 1.706,50 TOTAL USD \$ 15.927,37	
Plazo Entrega : Inmediato salvo venta previa, una vez recibida su orden de compra Validez de la Oferta: 7 días calendario. Por favor no dude en contactarse con nuestro Dpto Tecnico o con personal de ventas si desea mas informacion. Esperamos poder servirle pronto. Atentamente, ALMACEN QUITO NORTE qnorte@maquinarias-henriques.com Transporte a ciudades fuera de Guayaquil y Quito corren por cuenta del Cliente. MHCA se hará responsable de la mercadería hasta entregarla al transportador, en adelante es responsabilidad del cliente VENDEDOR : QP01 DIGITADOR kcede			

Medidor. 1 1/2" = 163,30

Anexo 14. Cotización dos de accesorios y tubería

VALLEJO GONZALEZ JUAN MARTIN						
RUC: 1713142261001						
OYACACHI OE2 69 Y AV ZAMORA - Telf(s): 022432860 Fax: 022432860						
COTIZACION No. 000000000673						
CLIENTE: /CONSUMIDOR FINAL*/						
RUC: 9999999999999						
ATENCION:						
DIRECCION: QUITO						
TELEFONO:						
VALIDA POR: 0 Dias						
FECHA: 04/02/2015						
DESC%						
DESCRIPCION	UND	CANT.	P.V.P		PVP Und	P.V.TOTAL
TUBO TIPO M COBRE 3/4" X 6M		392.00	44.90	****	44.90	17,599.82
Codo SO-SO 3/4" X 90	Unid	1,120.00	1.08	****	1.08	1,213.18
Codo SO-SO 3/4" X 45	Unid	112.00	1.55	****	1.55	173.47
Tee SO-SO 3/4"	Unid	112.00	1.90	****	1.90	212.89
Tee Red. SO-SO 3/4"x1/2"	Unid	280.00	2.03	****	2.03	568.20
RED. SO-SO 3/4" X 1/2"		112.00	1.16	****	1.16	129.38
TAPON SO-SO 3/4"	Unid	168.00	0.72	****	0.72	121.41
F Tee SO-SO 3/4" NIBSA	Unid	112.00	10.11	****	10.11	1,132.87
Union SO-SO 3/4"	Unid	224.00	0.73	****	0.73	164.51
Codo SO-SO 1/2" X 90	Unid	1,232.00	0.42	****	0.42	521.38
Codo SO-SO 1/2" X 45	Unid	112.00	0.83	****	0.83	93.45
Tee SO-SO 1/2"	Unid	336.00	0.76	****	0.76	254.55
Codo So-Hi 1/2"x90	Unid	448.00	2.61	****	2.61	1,170.53
Terminal So-hi 1/2"	Unid	112.00	1.45	****	1.45	162.24
Puente SO-SO 1/2" NIBSA	Unid	336.00	6.01	****	6.01	2,019.02
Llave Paso So-so 1/2" NIBSA	Unid	392.00	7.35	****	7.35	2,879.59
TAPON SO-SO 1/2"	Unid	224.00	0.33	****	0.33	74.48
TAPON HG MM 1/2" CHINO		560.00	0.29	****	0.29	159.94
TEFLON 1/2" ALTA DENSIDAD		280.00	0.60	****	0.60	168.17
Suelda Estano 95.5	Unid	56.00	35.14	****	35.14	1,967.72
DECAPANTE COBRE		56.00	15.76	****	15.76	882.74
MANOMETRO 0-200 PSI PAOLO		56.00	4.21	****	4.21	235.65
BUSHING HG 1/2" X 1/4" REF.		56.00	0.87	****	0.87	48.55
CINTA ANCLAJE COBRE 15 PIES		56.00	43.90	****	43.90	2,458.55
Union SO-SO 1/2"	Unid	112.00	0.32	****	0.32	36.16
TUBO TIPO M COBRE 1/2" X 6M		168.00	27.02	****	27.02	4,539.02
FULMINANTE P/PISTOLA CAFE		5,800.00	0.10	****	0.10	551.00
CLAVO P/POLVORA 1 1/4" ACERO/C		5,800.00	0.09	****	0.09	505.76
CLAVO DE ACERO BL. 1 1/2"		1,680.00	0.03	****	0.03	52.42
Sub-Total:						40,096.65
SON: TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTICUATRO 76/100 DOLARES						
18% DESCTO						7,217.39
12% IVA						3,945.51
OBSERVACIONES:						
TOTAL						36,824.76
(f.) Elaborado por						
(f) Aprobado por						

Anexo 15. Cotización tres de accesorios y tubería.



GRUPO PROVI C.A.
 QUITO- PROVI SUR "EL RECREO" - 022646990 -
 gerencia.uis@grupoprov.com
 VILLA FLORA AV. MALDONADO 1448 Y GOMEZ DE LA TORRE JUNTO AL
 CC EL RECREO
 RUC. No.: 0991459804001

Página: Page 1 of 1
 Usuario: ZESCOBAR
 Emisión: 2015/01/20 09:46:58
 físico: FACTRP_PROFORMA

Somos Contribuyentes Especiales

Fecha: 2015/01/20
 Cliente: 1791400097001
 Dirección: CALLE C LOTE 9
 Teléfono: 2827937
 Comentario: Z

Proforma PQN-0001767

Estado: CREADO
 Forma de Pago: CREDITO

Vendedor: ZAIDA ESCOBAR CAMBALL

Item	Cantidad	U/M	Descripción	2da Med.	U/M	Precio Unit.	Subtotal
1	5,00	UN	VALV.MARIPOSA SUPERV.RANUR.NIBCO 300A GD47658N UL/FM 3"			316,20	1.581,00
2	1,00	UN	VALV.MARIPOSA SUPERV.RANUR.NIBCO 300A GD47658N UL/FM 4"			326,40	326,40
3	5,00	UN	VALV. CHECK RANUR. GRUVLOK 300PSI 78FP ROJO 3"			270,00	1.350,00

Neto: 3.257,40
 IVA: 390,89
 SubTotal: 3.648,29
 Transporte: 0,00
 Total: 3.648,29
























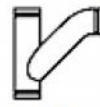

Elaborado por: ZESCOBAR

Anexo 16. Tipos de acoples ranurados.

<p>QuickVic® Rigid Coupling STYLE 107, PG. 1-5</p> 	<p>Zero-Flex® Rigid Coupling STYLE 07, PG. 1-6 AGS STYLE W07, PG. 5-3</p> 	<p>Advanced Groove System AGS™</p>  <p>For 350–1525 mm/14–60" piping systems Victaulic offers Advanced Groove System (AGS) couplings, see pg. 5-1.</p>	
<p>Standard Flexible Coupling STYLE 77, PG. 1-7 AGS STYLE W77, PG. 5-4</p> 	<p>Flexible Coupling STYLE 75, PG. 1-9</p> 	<p>Vic-Flange® Adapter PN10 and PN16 STYLE 741, PG. 1-10</p> 	
<p>Vic-Flange Adapter ANSI Class 150 STYLE 741, PG. 1-11 AGS STYLE W741, PG. 5-5</p> 	<p>Vic-Flange Adapter ANSI Class 300 STYLE 743, PG. 1-12</p> 	<p>Reducing Coupling STYLE 750, PG. 1-13</p> 	<p>Snap-Joint® Coupling STYLE 78, PG. 1-14</p> 

Victaulic WWW.VICTAULIC.COM

Anexo 17. Tipos de accesorios ranurados.

Elbows			Tees, Crosses, Wyes, and Laterals	
 <p>90° Elbow NO. 10, PG. 2-3 AGS NO. W10, PG. 5-6</p>	 <p>90° 1 1/2 D Long Radius Elbow NO. 100, PG. 2-3 AGS NO. W100, PG. 5-6</p>	 <p>45° Elbow NO. 11, PG. 2-3 AGS NO. W11, PG. 5-6</p>	 <p>Tee NO. 20, PG. 2-9 AGS NO. W20, PG. 5-6</p>	 <p>Cross NO. 35, PG. 2-9 AGS NO. W35, PG. 5-6</p>
 <p>45° 1 1/2 D Long Radius Elbow NO. 110, PG. 2-3 AGS NO. W110, PG. 5-6</p>	 <p>22 1/2° Elbow NO. 12, PG. 2-3 AGS NO. W12, PG. 5-6</p>	 <p>11 1/4° Elbow NO. 13, PG. 2-3 AGS NO. W13, PG. 5-6</p>	 <p>True Wye NO. 33, PG. 2-9 AGS NO. W33, PG. 5-6</p>	 <p>Tees with Threaded Branch NO. 29M, PG. 2-9</p>
 <p>Drain Elbow NO. 10-DR, PG. 2-4</p>	 <p>90° Adapter Elbow NO. 18, PG. 2-5</p>	 <p>45° Adapter Elbow NO. 19, PG. 2-5</p>	 <p>Reducing Tee NO. 25, PG. 2-10 AGS NO. W25, PG. 5-7</p>	 <p>Reducing Tee with Threaded Branch NO. 29, PG. 2-10</p>
 <p>90° Long Radius Steel Elbow NO. 10 30, PG. 2-6 NO. 10 50, PG. 2-7 NO. 10 60, PG. 2-8</p>	 <p>60° Long Radius Steel Elbow NO. 14 30, PG. 2-6 NO. 14 50, PG. 2-7 NO. 14 60, PG. 2-8</p>	 <p>45° Long Radius Steel Elbow NO. 11 30, PG. 2-6 NO. 11 50, PG. 2-7 NO. 11 60, PG. 2-8</p>	 <p>45° Lateral NO. 30, PG. 2-12 AGS NO. W30, PG. 5-8</p>	 <p>45° Reducing Lateral NO. 30-R, PG. 2-12 AGS NO. W30-R, PG. 5-8</p>
 <p>30° Long Radius Steel Elbow NO. 15 30, PG. 2-6 NO. 15 50, PG. 2-7 NO. 15 60, PG. 2-8</p>	 <p>22 1/2° Long Radius Steel Elbow NO. 12 30, PG. 2-6 NO. 12 50, PG. 2-7 NO. 12 60, PG. 2-8</p>	 <p>11 1/4° Long Radius Steel Elbow NO. 13 30, PG. 2-6 NO. 13 50, PG. 2-7 NO. 13 60, PG. 2-8</p>	 <p>Tee Wye NO. 32, PG. 2-13</p>	 <p>Reducing Tee Wye NO. 32-R, PG. 2-13</p>

Victaulic WWW.VICTAULIC.COM

Anexo 18. Dimensiones de tubería ranurada.

1 Nominal Size mm Inches	2 Pipe Outside Diameter O.D.			3 A Gasket Seat ± 0.76 ± 0.03		4 B Gro. Width ± 0.76 ± 0.03		5 C Groove Diameter		6 D Groove Depth rel.	7 T Minimum Allow. Wall Thk.	8 Maximum Allow. Flare Diameter
	Dimensions – mm/inches			Dimensions – mm/inches		Dimensions – mm/inches		Dimensions – mm/inches		Dimensions – mm/inches		
	Basic	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
20 ¾	26.9 1.050	26.9 1.050	26.4 1.040	15.88 0.625	15.88 0.625	7.14 0.281	7.14 0.281	23.8 0.938	23.4 0.923	1.42 0.056	1.24 0.049	29.2 1.15
25 1	33.7 1.315	33.7 1.315	33.1 1.302	15.88 0.625	15.88 0.625	7.14 0.281	7.14 0.281	30.2 1.190	29.9 1.175	1.60 0.063	1.24 0.049	36.3 1.43
32 1¼	42.4 1.660	42.6 1.676	41.8 1.644	15.88 0.625	15.88 0.625	7.14 0.281	7.14 0.281	39.0 1.535	38.6 1.520	1.60 0.063	1.24 0.049	45.0 1.77
40 1½	48.3 1.900	48.7 1.919	47.8 1.881	15.88 0.625	15.88 0.625	7.14 0.281	7.14 0.281	45.1 1.775	44.7 1.760	1.60 0.063	1.24 0.049	51.1 2.01
50 2	60.3 2.375	60.9 2.399	59.7 2.351	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	57.2 2.250	56.8 2.235	1.60 0.063	1.24 0.049	63.0 2.48
65 2½	73.0 2.875	73.8 2.904	72.3 2.846	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	69.1 2.720	68.6 2.702	1.98 0.078	1.98 0.078	75.7 2.98
76.1 mm	76.1 3.000	77.0 3.030	75.4 2.970	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	72.3 2.845	71.8 2.827	1.98 0.078	1.98 0.078	78.7 3.10
80 3	88.9 3.500	89.8 3.535	88.1 3.469	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	84.9 3.344	84.5 3.326	1.98 0.078	1.98 0.078	91.4 3.60
90 3½	101.6 4.000	102.6 4.040	100.8 3.969	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	97.4 3.834	96.9 3.814	2.11 0.083	1.98 0.078	104.1 4.10
108.0 mm	108.0 4.250	109.0 4.293	107.2 4.219	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	103.7 4.084	103.2 4.064	2.11 0.083	1.98 0.078	110.5 4.35
100 4	114.3 4.500	115.4 4.545	113.5 4.469	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	110.1 4.334	109.6 4.314	2.11 0.083	1.98 0.078	116.8 4.60
120 4½	127.0 5.000	128.3 5.050	126.2 4.969	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	122.8 4.834	122.3 4.814	2.11 0.083	1.98 0.078	129.5 5.10
133.0 mm	133.0 5.250	134.7 5.303	132.6 5.219	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	129.1 5.084	128.6 5.064	2.11 0.083	1.98 0.078	135.9 5.35
139.7 mm	139.7 5.500	141.1 5.556	138.9 5.469	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	135.5 5.334	135.0 5.314	2.11 0.083	1.98 0.078	142.2 5.60
125 5	141.3 5.563	142.7 5.619	140.5 5.532	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	137.0 5.395	136.5 5.373	2.13 0.084	1.98 0.078	143.8 5.66
152.4 mm	152.4 6.000	153.8 6.056	151.6 5.969	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	148.1 5.830	147.5 5.808	2.16 0.085	1.98 0.078	154.9 6.10
159.0 mm	159.0 6.250	160.4 6.313	158.0 6.219	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	153.2 6.032	152.5 6.002	2.16 0.085	2.77 0.109	161.3 6.35
165.1 mm	165.1 6.500	166.7 6.563	164.3 6.469	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	160.8 6.330	160.2 6.308	2.16 0.085	2.77 0.109	167.6 6.60
150 6	168.3 6.625	169.9 6.688	167.5 6.594	15.88 0.625	15.88 0.625	8.74 0.344	8.74 0.344	164.0 6.455	163.4 6.433	2.16 0.085	2.77 0.109	170.9 6.73
200 8	219.1 8.625	220.7 8.688	218.3 8.594	19.05 0.750	19.05 0.750	11.91 0.469	11.91 0.469	214.4 8.441	213.8 8.416	2.34 0.092	2.77 0.109	223.5 8.80
250 10	273.0 10.750	274.7 10.813	272.3 10.719	19.05 0.750	19.05 0.750	11.91 0.469	11.91 0.469	268.3 10.562	267.6 10.535	2.39 0.094	3.40 0.134	277.4 10.92
300 12	323.9 12.750	325.5 12.813	323.1 12.719	19.05 0.750	19.05 0.750	11.91 0.469	11.91 0.469	318.3 12.531	317.5 12.501	2.77 0.109	3.96 0.156	328.2 12.92